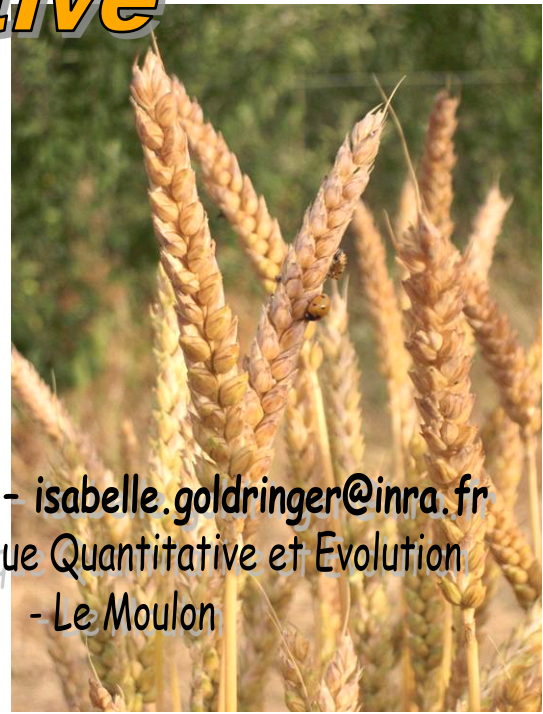




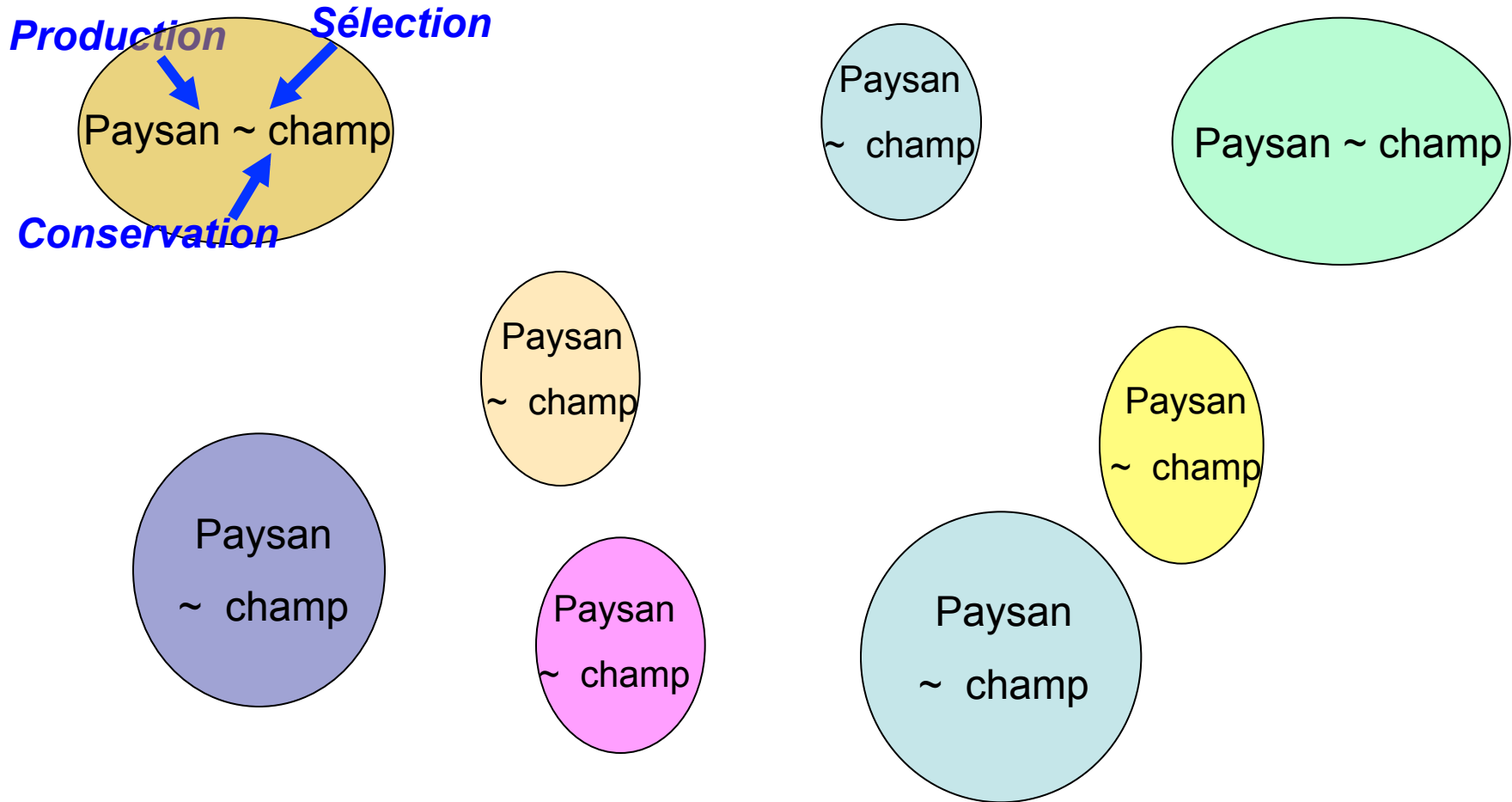
# ***Gestion dynamique à la ferme de la biodiversité cultivée et sélection participative***



I. Goldringer - [isabelle.goldringer@inra.fr](mailto:isabelle.goldringer@inra.fr)  
UMR Génétique Quantitative et Evolution  
- Le Moulon

# Production - Sélection/création - Conservation

## *Gestion paysanne à la ferme*

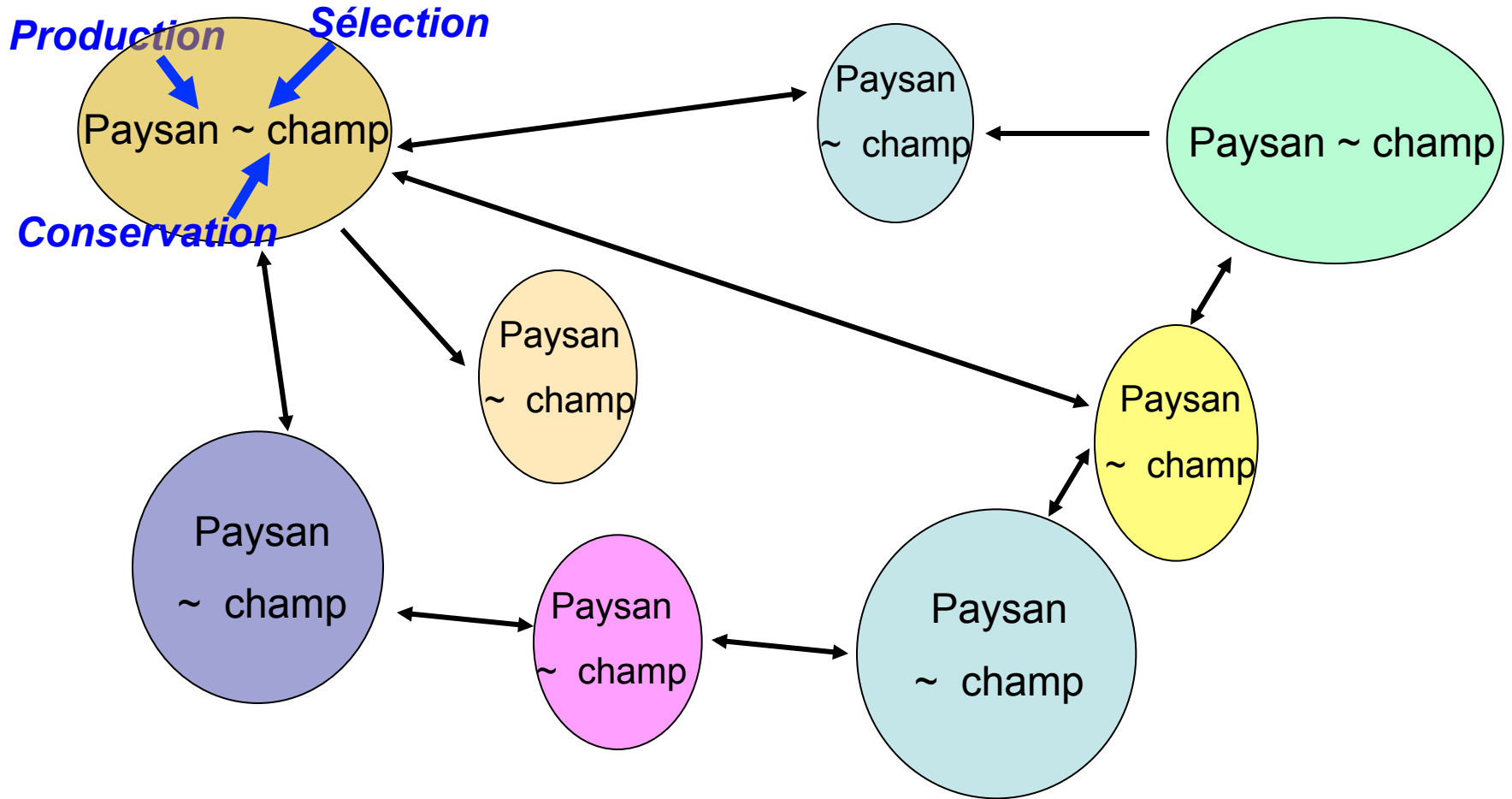


*Des populations de tailles et de compositions génétiques variables dans des environnements différents avec des pratiques paysannes différentes*



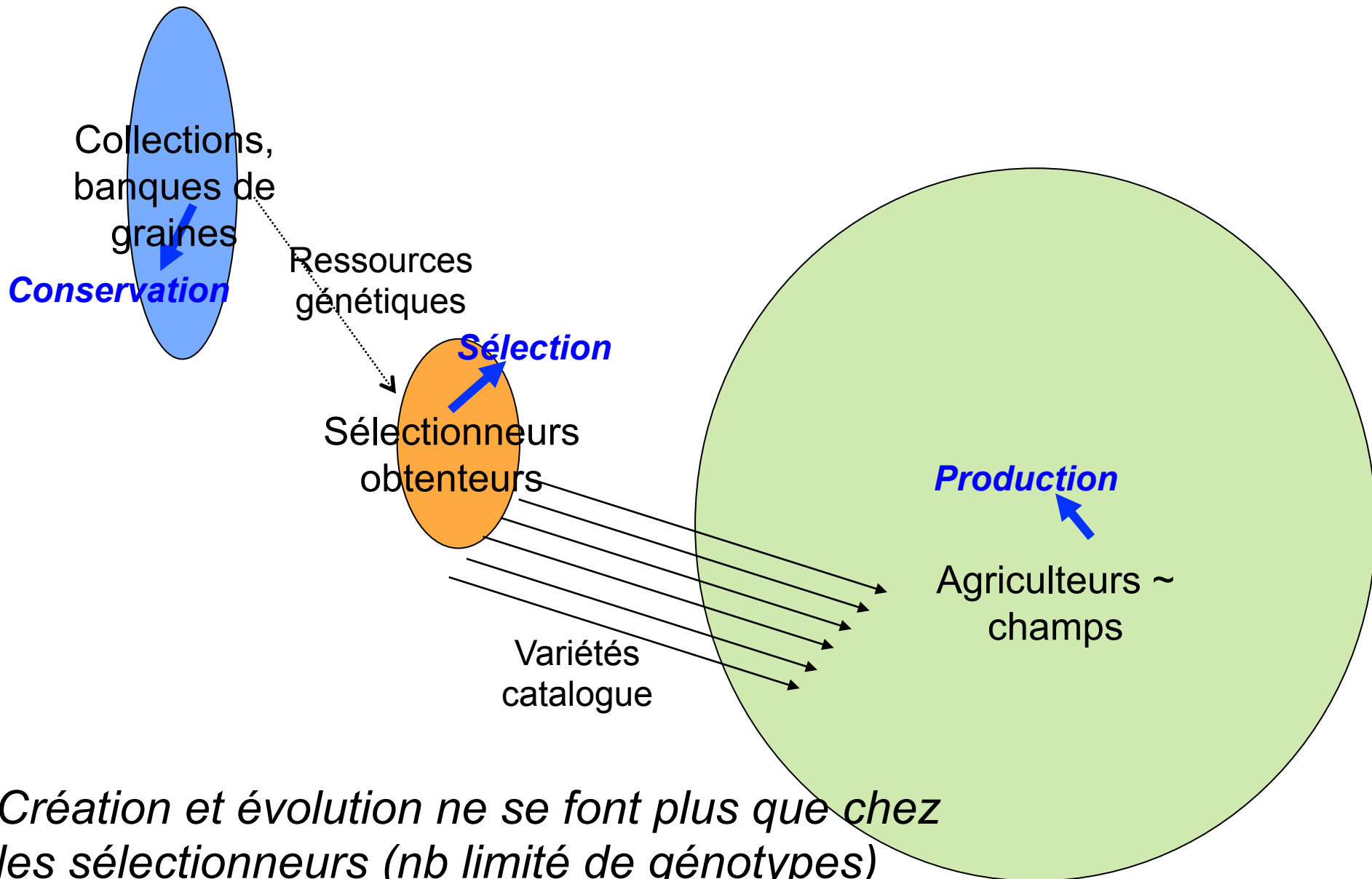
# Production - Sélection/création - Conservation

## *Gestion paysanne à la ferme*



*Des échanges génétiques complexes entre populations liés aux pratiques paysannes d'échanges de semences*

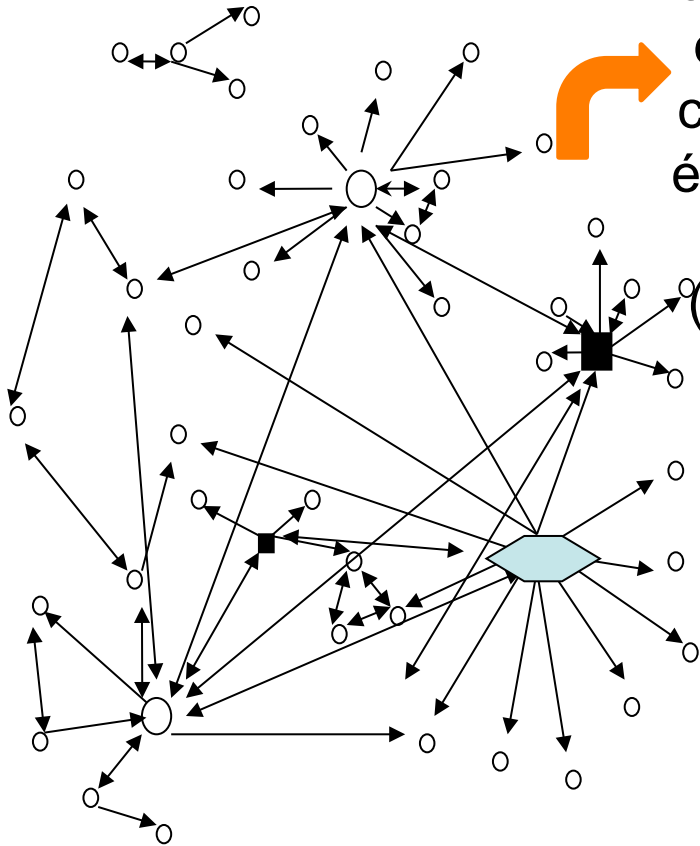
# Organisation compartimentée



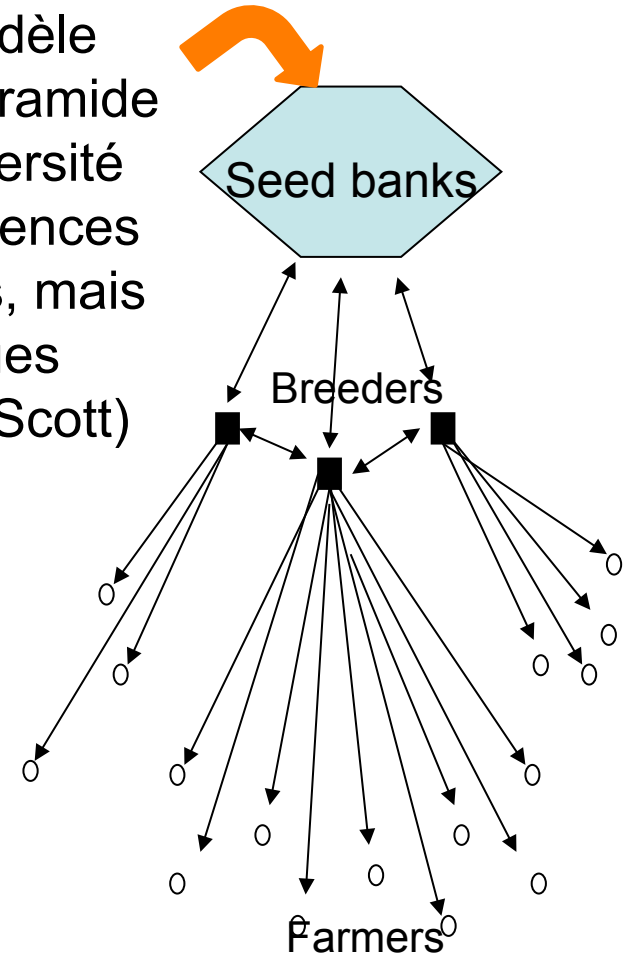


# Changement de modèle d'organisation (d'après C Bonneuil)

Le passage d'un modèle  
réseau à un modèle pyramide  
de relation à la biodiversité  
cultivée a eu des incidences  
écologiques/évolutives, mais  
aussi socio-politiques  
(travaux de James C Scott)



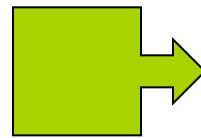
Systeme distribue,  
pre-Fordist, en reseau



Modele Fordist, flux  
d'information top-down, en  
arbre

# Réduction de la biodiversité cultivée

- La sélection « moderne » (20-21<sup>ème</sup> siècles) a conduit à une diminution drastique de la diversité cultivée dans les paysages suite à une forte uniformisation génétique intra-variétale, entre les variétés et entre espèces.



- L'uniformité génétique des cultures et des pratiques agricoles associées augmente la vulnérabilité aux bio-agresseurs et la sensibilité aux facteurs environnementaux.

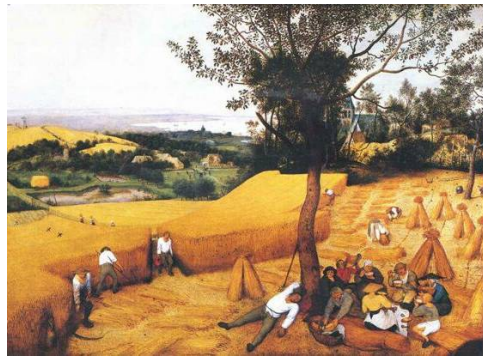




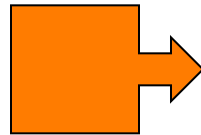
# Redéployer la diversité génétique cultivée au sein des agroécosystèmes

Intensification agricole,  
sélection « moderne

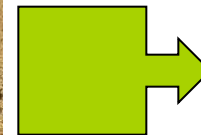
Ecologisation de l'agriculture,  
gestion dynamique



(20<sup>ème</sup> s.)



(21<sup>ème</sup> s.)



Variétés de pays  
(populations locales)

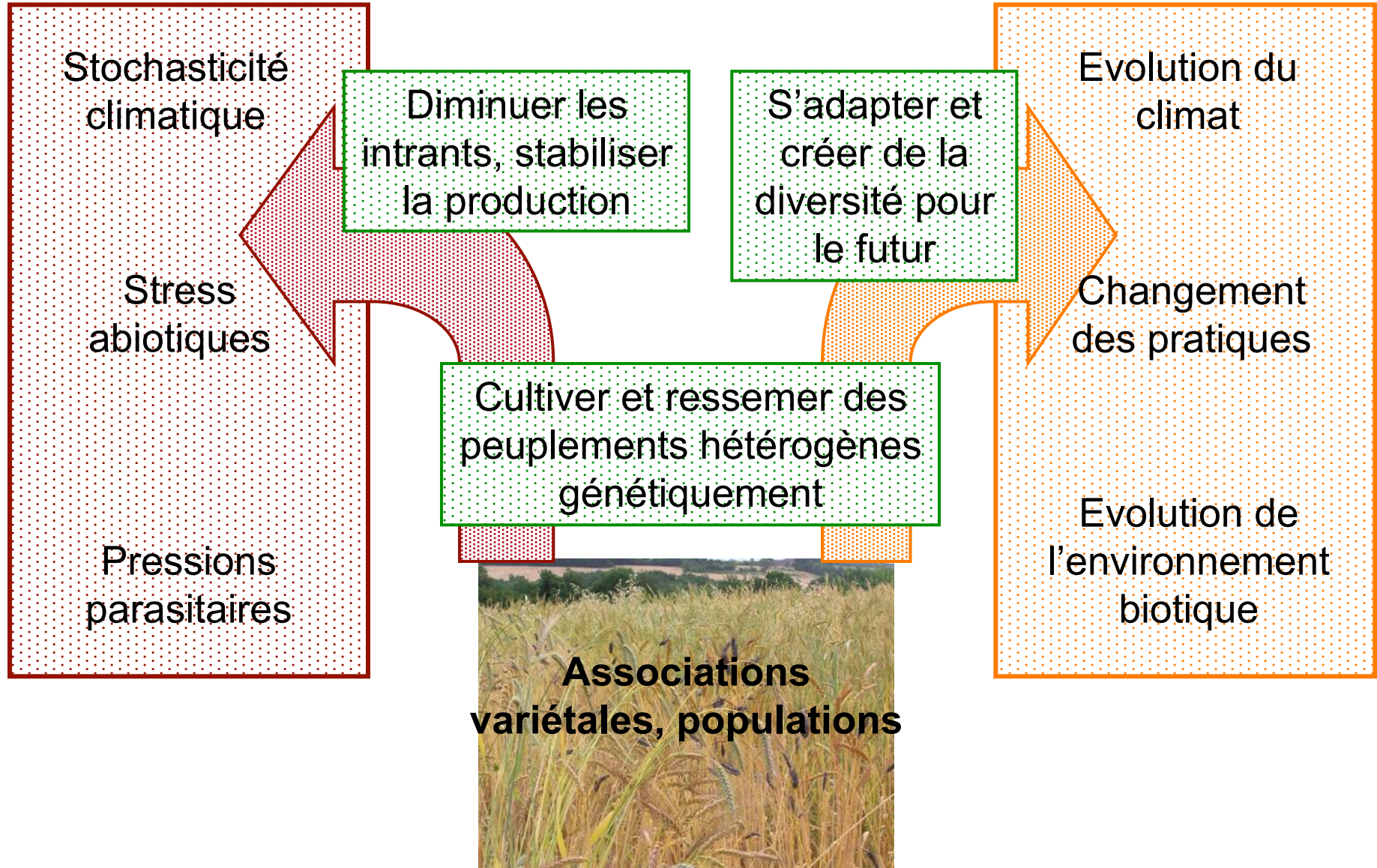
Variétés homogènes  
génétiquement (lignées  
pures, F1,..)

Associations variétales,  
populations dynamiques,  
sélection participative

Bénéfices attendus de la diversité génétique intra-parcelle :

- 1) Services de régulation à un instant t
- 2) Evolution temporelle et adaptation au changement global

# Utiliser et gérer la diversité génétique



# Réseau Semences Paysannes

"La préservation de la biodiversité est un enjeu majeur de notre siècle"



- Créé en 2003. Rencontres d'Auzeville
- Initiative conjointe :
  - de la CNDSP
    - (contexte de transcription française de l'UPOV 1991: privilège -> dérogation)
    - 2001 : instauration de la CVO
  - de la Confédération Paysanne + association de la bio & biodynamie
    - (contexte lutte anti-OGM + nouvelle législation sur les semences bio - 2002)
- Contexte très politique.
- Autres mouvements en Europe (Bocci & Chable, 2008)
  - Arche Noah en Autriche (1990)
  - Réseau Semences Paysannes en France (2003)
  - Red de Semillas en Espagne (2005)
  - Rete Semi Rurali en Italie (2007)



# Réseau Semences Paysannes

"La préservation de la biodiversité est un enjeu majeur de notre siècle"



Des initiatives locales individuelles



Demeulenaere & Bonneuil 2011





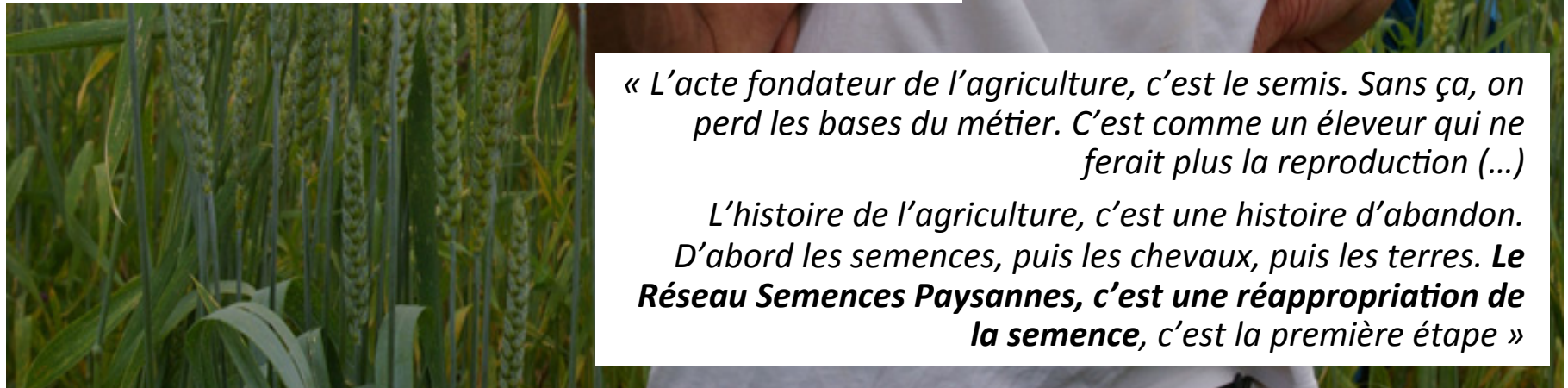
« Ce qui m'a amené aux variétés anciennes, c'est le constat que **les variétés modernes ont été sélectionnées sur des schémas utilisant les engrais chimiques et les produits phyto (...)**. Or, en bio, il n'y a ni engrais chimique, ni produit phyto et, selon ma façon de travailler, la plante doit pouvoir se protéger seule et trouver sa nourriture dans l'humus et les reliquats laissés par les cultures précédentes. »







*« La CNDSP veut retrouver des semences de ferme, alors que nous, on veut **retrouver une autonomie complète sur la semence**, c'est-à-dire faire notre propre sélection et arriver à sélectionner dans nos champs ».*



*« L'acte fondateur de l'agriculture, c'est le semis. Sans ça, on perd les bases du métier. C'est comme un éleveur qui ne ferait plus la reproduction (...)*

*L'histoire de l'agriculture, c'est une histoire d'abandon. D'abord les semences, puis les chevaux, puis les terres. **Le Réseau Semences Paysannes, c'est une réappropriation de la semence, c'est la première étape** »*



- *« C'est une norme aberrante, cette DHS. Moi j'ai découvert ce truc, c'est stupide, parce que la plante ne peut pas être stable, elle veut toujours évoluer ! »*

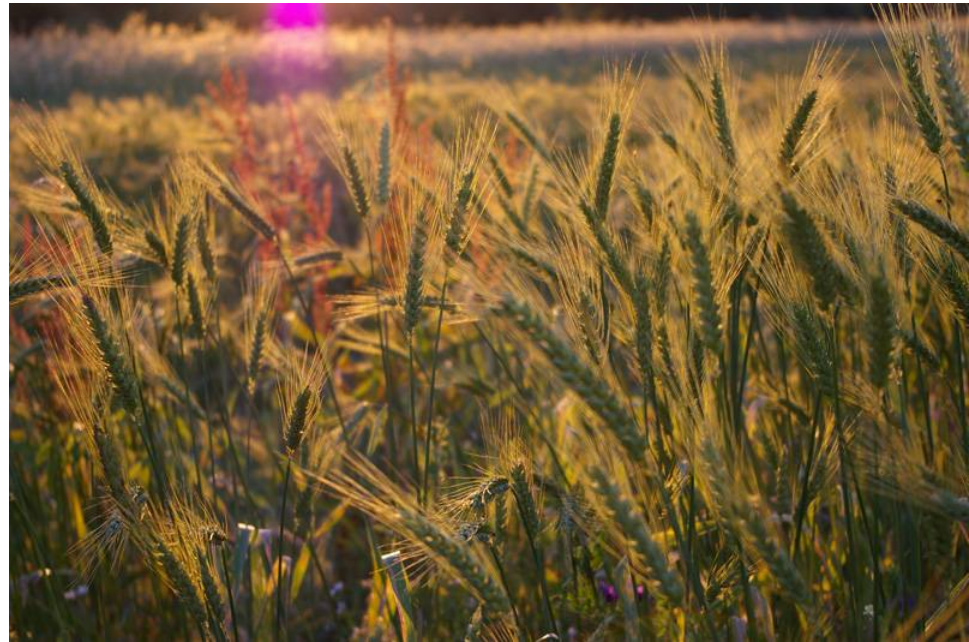


*« Cette rigidité, on retrouve ça dans la pâte, on retrouve ça dans l'intestin »*



« Avant, j'avais réduit mon travail au minimum, juste une variété de blé (ou presque) et un peu de pois ou maïs, pour faire bonne mesure. De quoi gagner ma croûte en en faisant le moins possible, mais sans amour pour mon travail. **L'ennui me gagnait. Voir et écouter Jean-François toucher, caresser, ses blés, et en parler avec ses mots si passionnés m'a profondément touché.** J'ai pris soudainement la mesure de mon ignorance crasse : je vis et je travaille avec la terre, avec des plantes qui peuvent être belles, saines, **pour peu que j'ouvre les yeux, que je laisse mon coeur s'ouvrir à la beauté de ce qui m'entourait de si près.** J'ai donc découvert un intérêt pour ces **blés anciens, non fixés, laissant une part au hasard.** »

« Ces blés, quand même, c'est quelque chose ! »



# Activités au sein du RSP

- Conservation : Collection de quelques variétés à plusieurs centaines...
- Sélection participative :
  - Évaluation de variétés anciennes et de pays à la ferme/ fonctionnement en plate-formes
  - Adaptation locale de variétés à la ferme
  - Sélection dans des variétés
  - Mise en place de mélanges et diffusion
  - Création de populations par croisement avec diffusion et sélection paysanne localement



# En France en 2004: pas de reconnaissance de la gestion in situ de la diversité cultivée

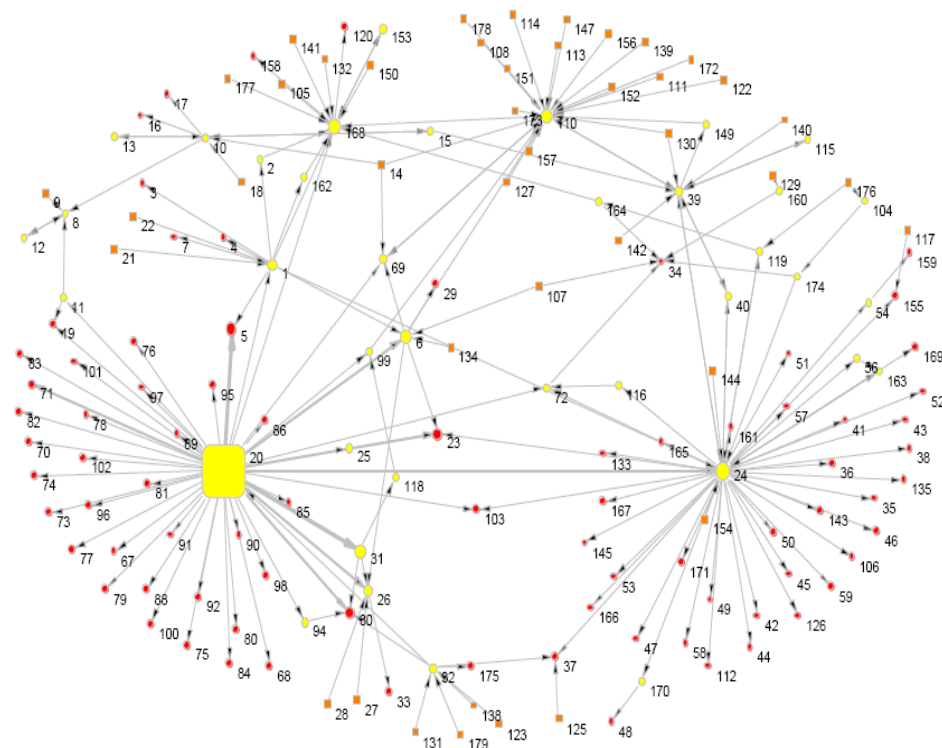
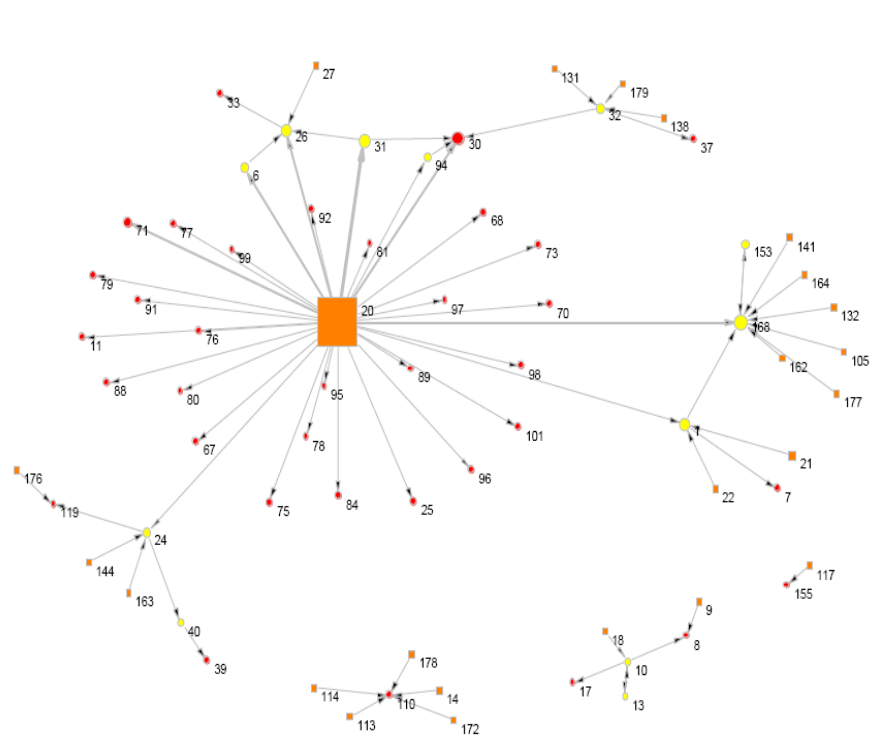
- **Charte du BRG (Bureau des Ressources Génétiques) en 2004:**
  - En ce qui concerne les espèces d'intérêt agricole et alimentaire, la **gestion in situ** n'est envisagée, ici, que pour les espèces forestières, les espèces sauvages apparentées aux espèces cultivées et les espèces fourragères prairiales.
  - Dans le cas de quelques espèces sélectionnées, on soumet aussi des populations composites, créées artificiellement, à des pressions de sélection proches de celles d'agrosystèmes extensifs diversifiés, afin de maintenir leurs capacités évolutives: on parle alors de **gestion dynamique** de la variabilité génétique, ce mode de gestion relevant de la **conservation ex situ** au sens large.
  - Dans les conditions de la France, où l'organisation de la filière des semences a suivi l'évolution du monde agricole, la **conservation à la ferme**, définie au niveau international, **ne semble pas devoir jouer un rôle notable**.
  - Il faut souligner ici l'absence de réelle garantie quant à l'identité et à la stabilité génétiques des ressources ainsi maintenues. => **conservation à la ferme = statique ?**

# Etude des complémentarités entre gestion dynamique à la ferme et gestion statique à partir du cas du blé tendre

- **Objectif:** Documenter le fonctionnement des réseaux de gestion à la ferme et analyser leur impact sur la diversité génétique
- => Reconsidérer le rôle de la gestion à la ferme et ses complémentarités avec la gestion statique.
- **Partenaires:**
  - *UMR de Génétique Végétale*
  - *Elise Demeulenaere (ethnobotaniste, CNRS)*
  - *Christophe Bonneuil (historien des sciences, CNRS)*
  - *Réseau Semences Paysannes, Cazalens,*
- **Support:** Bureau des Ressources Génétiques

# Récentes structurations des paysans en réseaux d'échange de semences

⇒ Circulation des semences dans un réseau comportant plus de 200 acteurs, agriculteurs et acteurs institutionnels de la conservation.



– Première période avant la constitution du RSP. 1975-2002

Deuxième période, depuis la constitution du RSP (carte 1975-2005)

(Demeulenaere et al. , 2008)

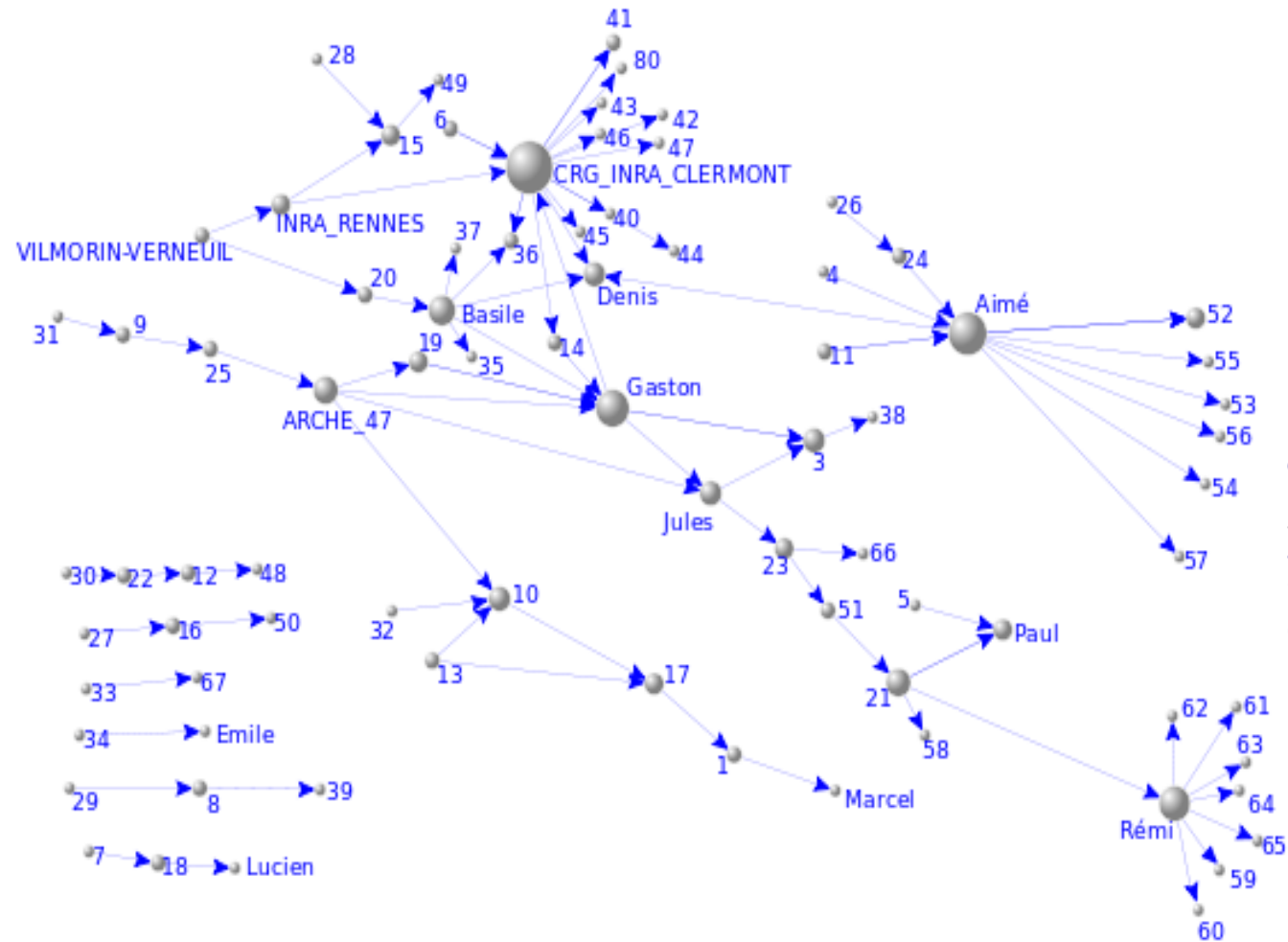


# Etude du cas Rouge de Bordeaux

- Variété historique (1884) obtenue par sélection massale dans la variété Noé



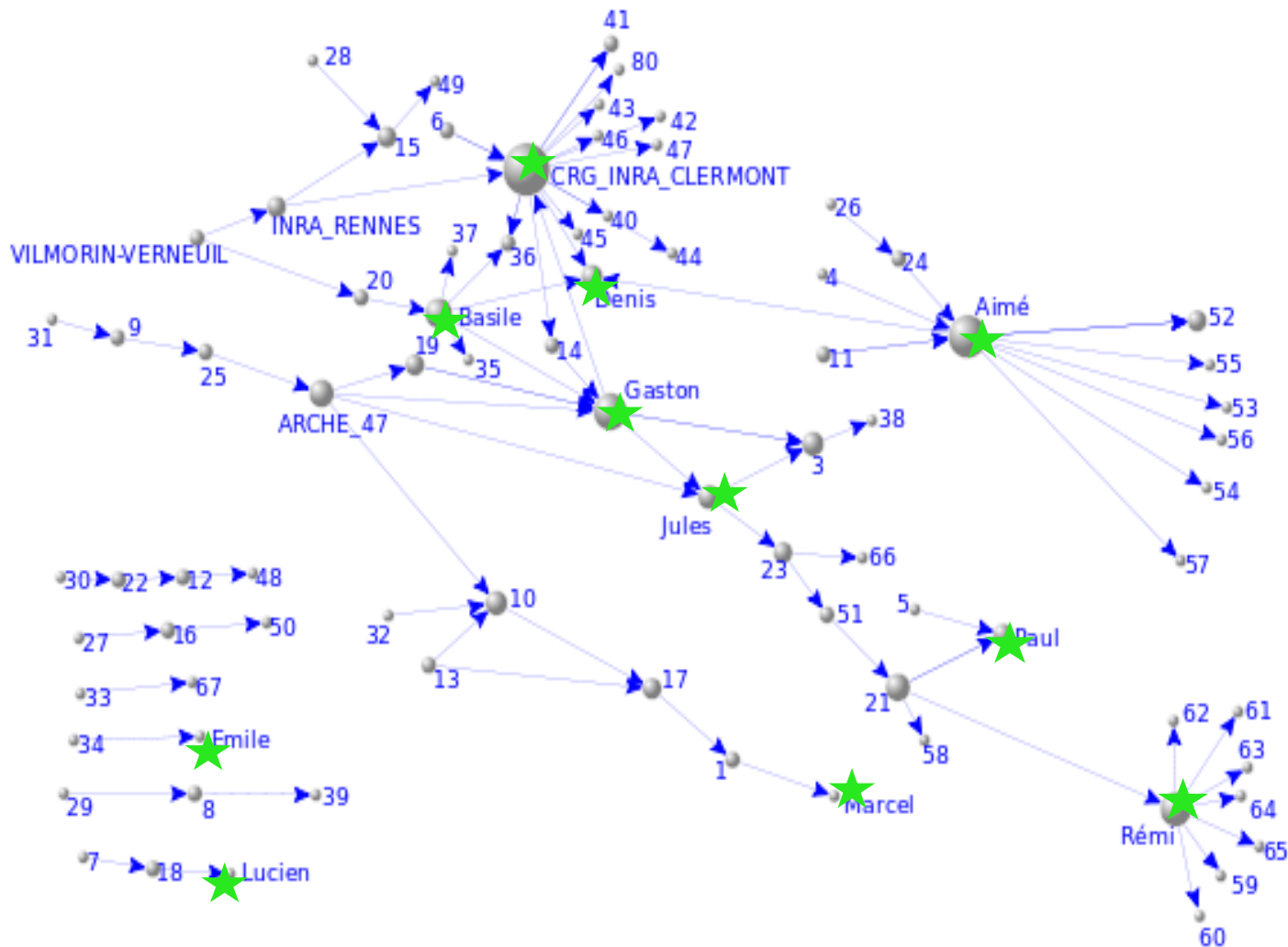
# Circulation des semences de la « variété » Rouge de Bordeaux



La variété **Rouge de Bordeaux** est en culture chez de nombreux agriculteurs et des semences ont circulé (dans les 2 sens) entre le **CRG INRA Clermont** et des agriculteurs .

Circulation de la variété-population **Rouge de Bordeaux** dans un réseau hybride comprenant agriculteurs (rendus anonymes par des numéros ou des prénoms fictifs) et acteurs institutionnels de la sélection-conservation (Demeulenaere et al. 2008).

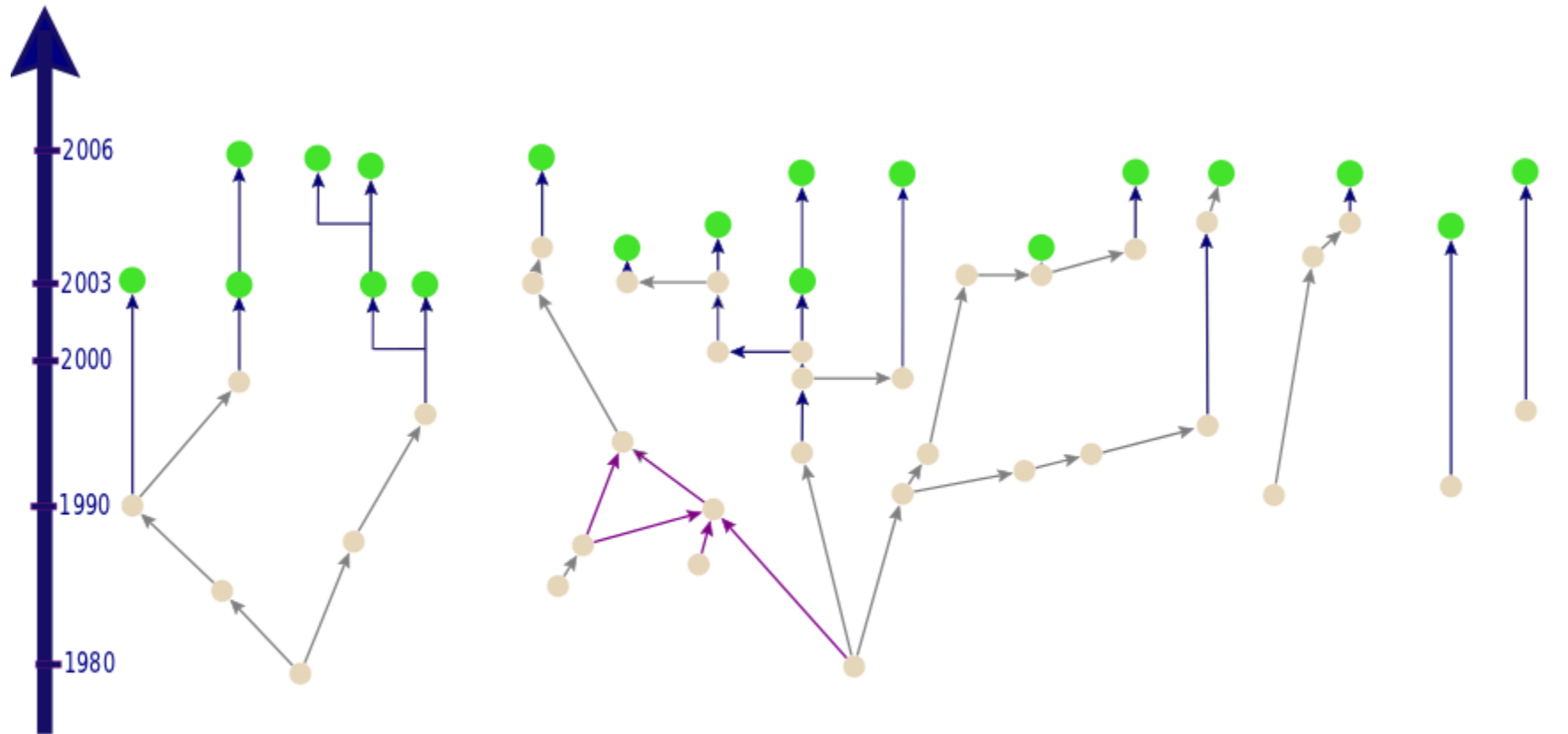
# Etude du cas Rouge de Bordeaux



Réseau d'échanges de semences de la variété Rouge de Bordeaux



# Quelle structure génétique derrière une variété de pays ? L'exemple du Rouge de Bordeaux



- Population échantillonnée
- lot de graine
- diffusion
- reproduction
- mélange

Réseau d'échange et de reproduction du Rouge de Bordeaux



# Echantillonnage de la variété Rouge de Bordeaux



10 fermes + CRG INRA Clermont



# Echantillonnage de la variété Rouge de Bordeaux



10 fermes + CRG INRA Clermont





# Echantillonnage de la variété Rouge de Bordeaux

11 sites  
19 populations  
30 individus/pop  
19 SSR marq./ind

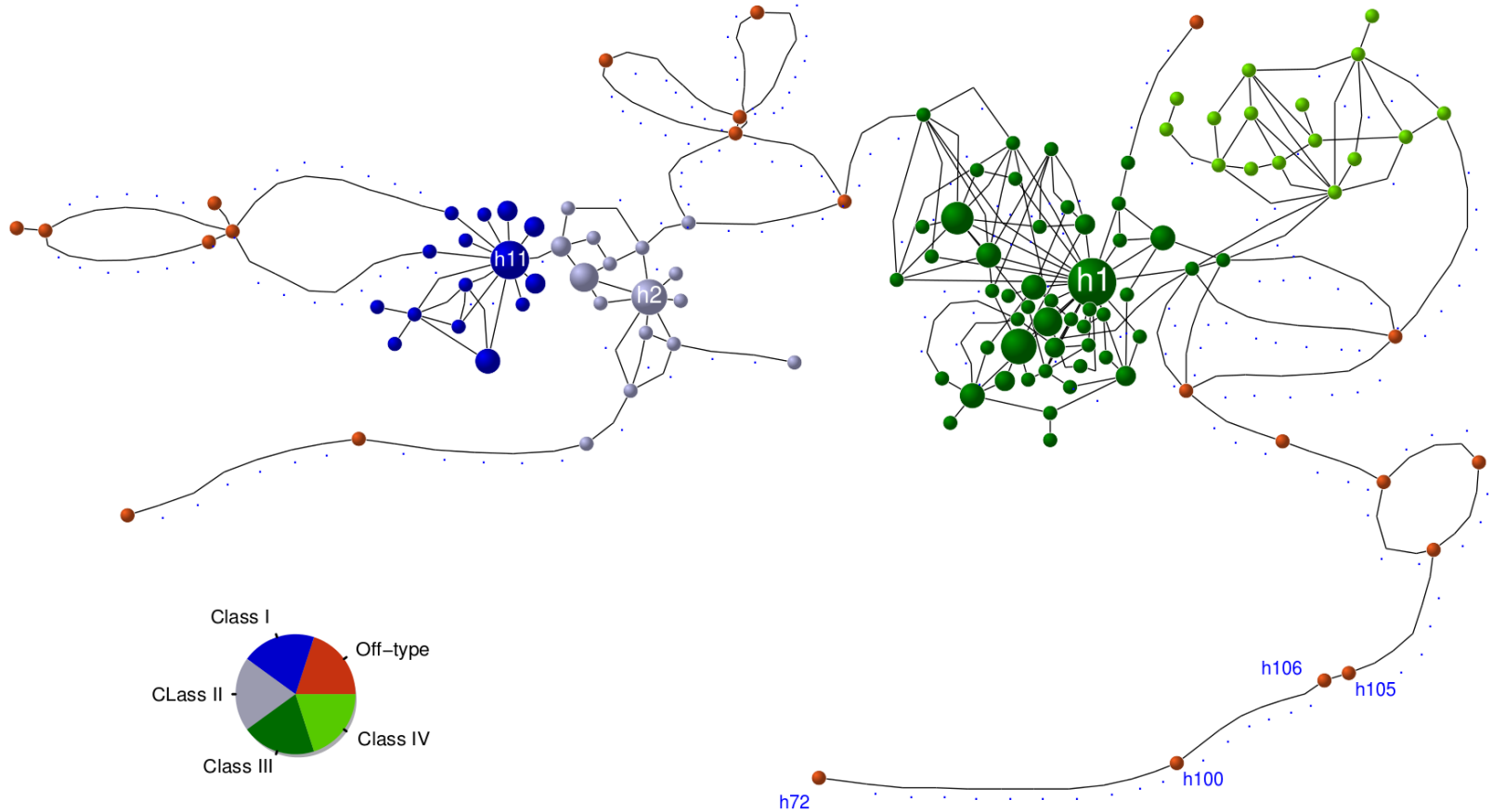


10 fermes + CRG INRA Clermont



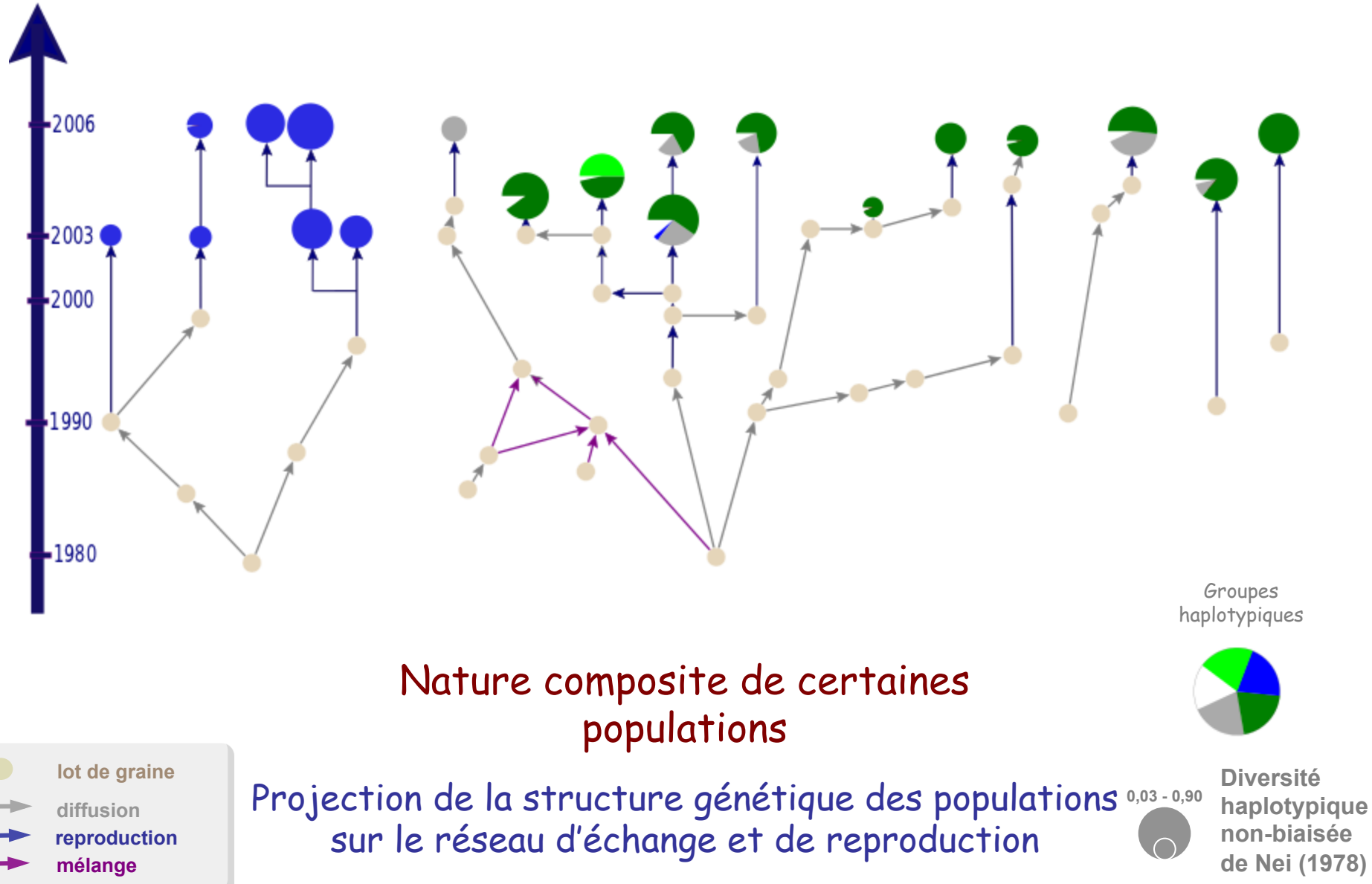


# Rouge de Bordeaux



Réseau des haplotypes génétiques aux 19 marqueurs SSR

# Quelle structure génétique derrière une variété de pays ? L'exemple du Rouge de Bordeaux

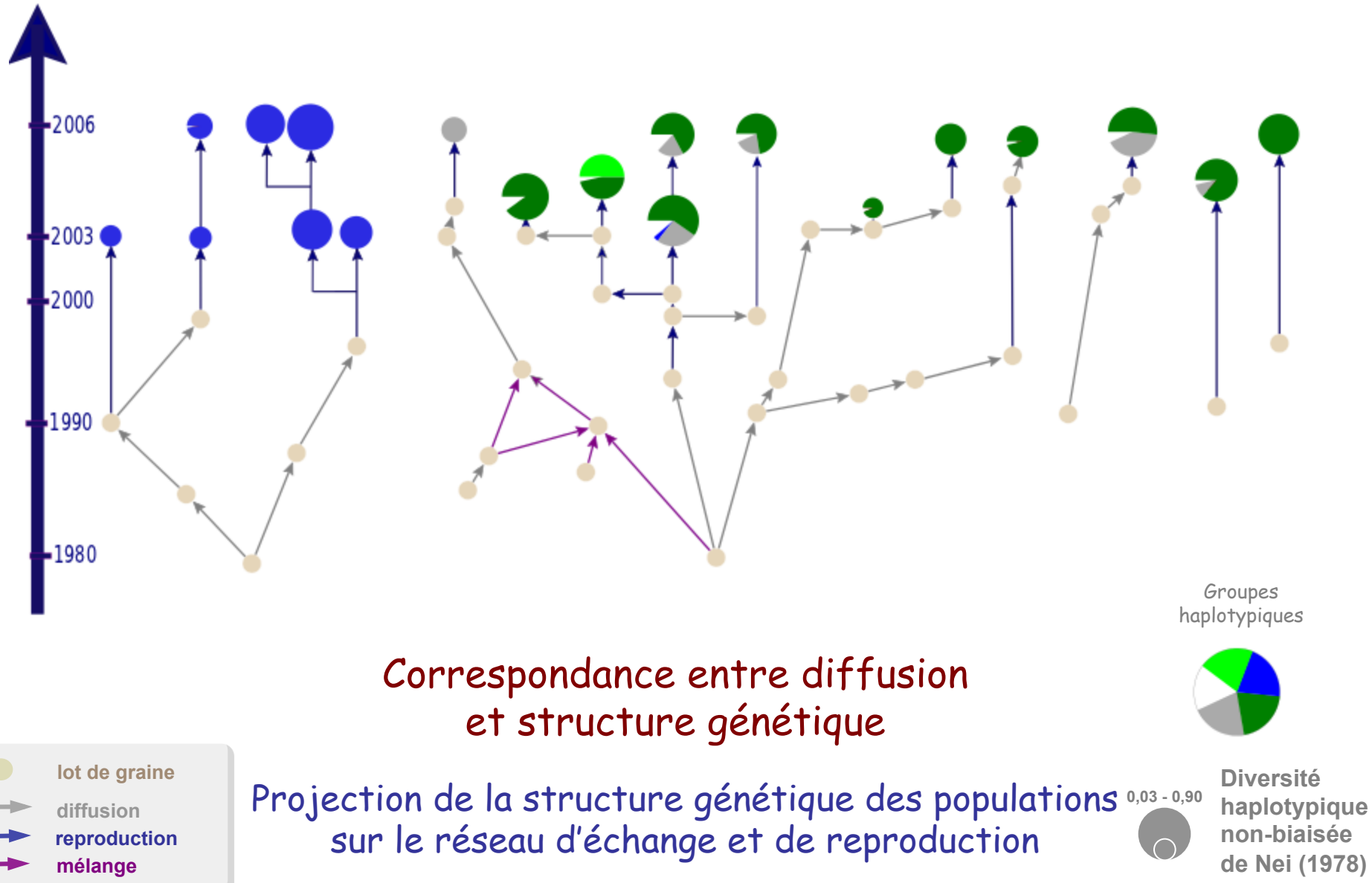


Nature composite de certaines populations

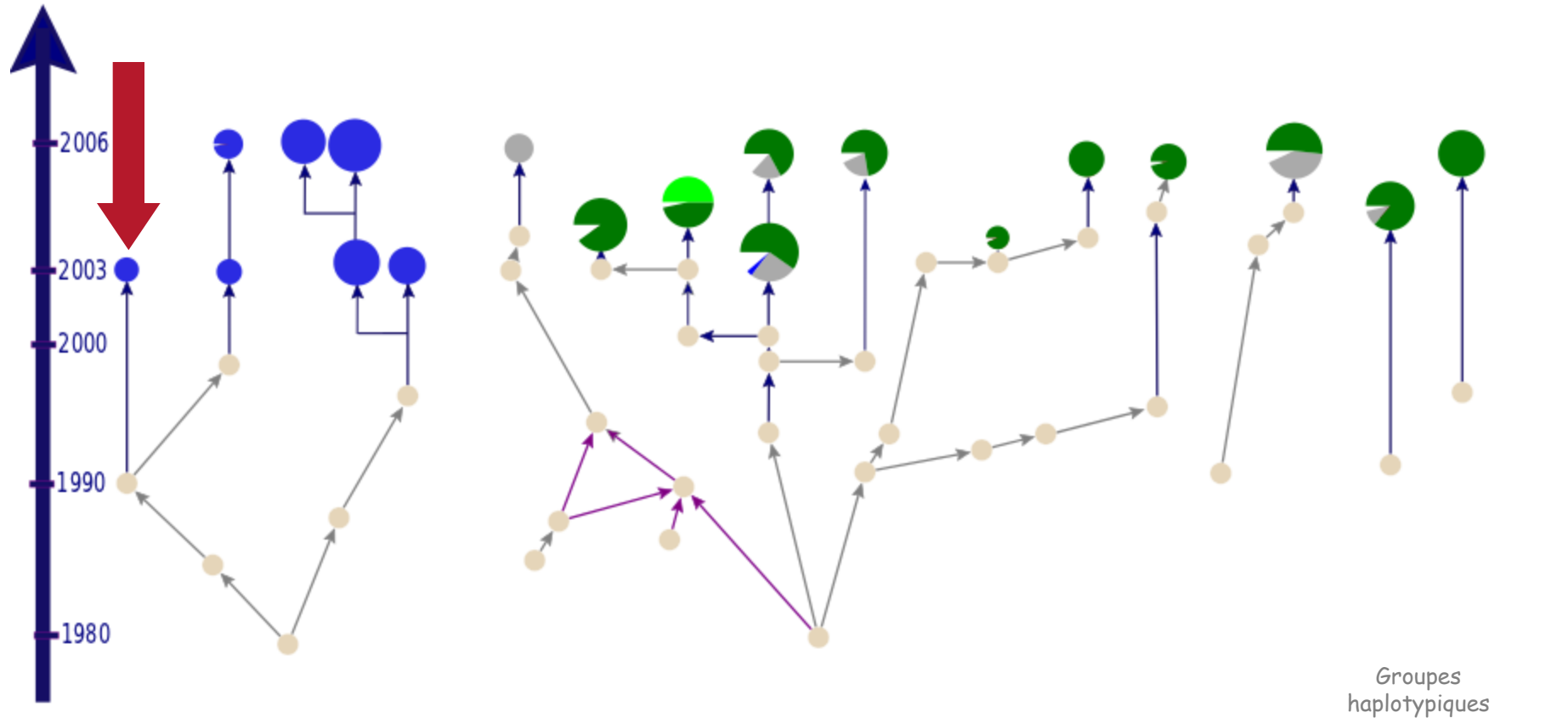
Projection de la structure génétique des populations sur le réseau d'échange et de reproduction



# Quelle structure génétique derrière une variété de pays ? L'exemple du Rouge de Bordeaux



# Quelle structure génétique derrière une variété de pays ? L'exemple du Rouge de Bordeaux



L'échantillon conservé dans la collection du CRG ne représente qu'un sous-ensemble de la diversité du RDB

Projection de la structure génétique des populations sur le réseau d'échange et de reproduction

0,03 - 0,90

Diversité haplotypique non-biaisée de Nei (1978)



# Conclusion sur l'étude du RdB



- Effet important de la circulation des semences sur la structure génétique
- Un même nom de variété couvre une structure génétique complexe (4 groupes)
- Les niveaux d'hétérogénéité génétique diffèrent. Les populations caractérisées par une faible variabilité génétique sont gérées dans un souci de **conservation à l'identique**, alors que les populations plus variables génétiquement et phénotypiquement sont cultivées dans une **vision** que l'on peut qualifier d'**ouverte ou évolutive**.
- En tenant compte de l'implication de l'ensemble des acteurs (paysans + conservateurs) conservant le RDB, une plus grande diversité est maintenue.





## Sélection participative: Exemple du projet Blé

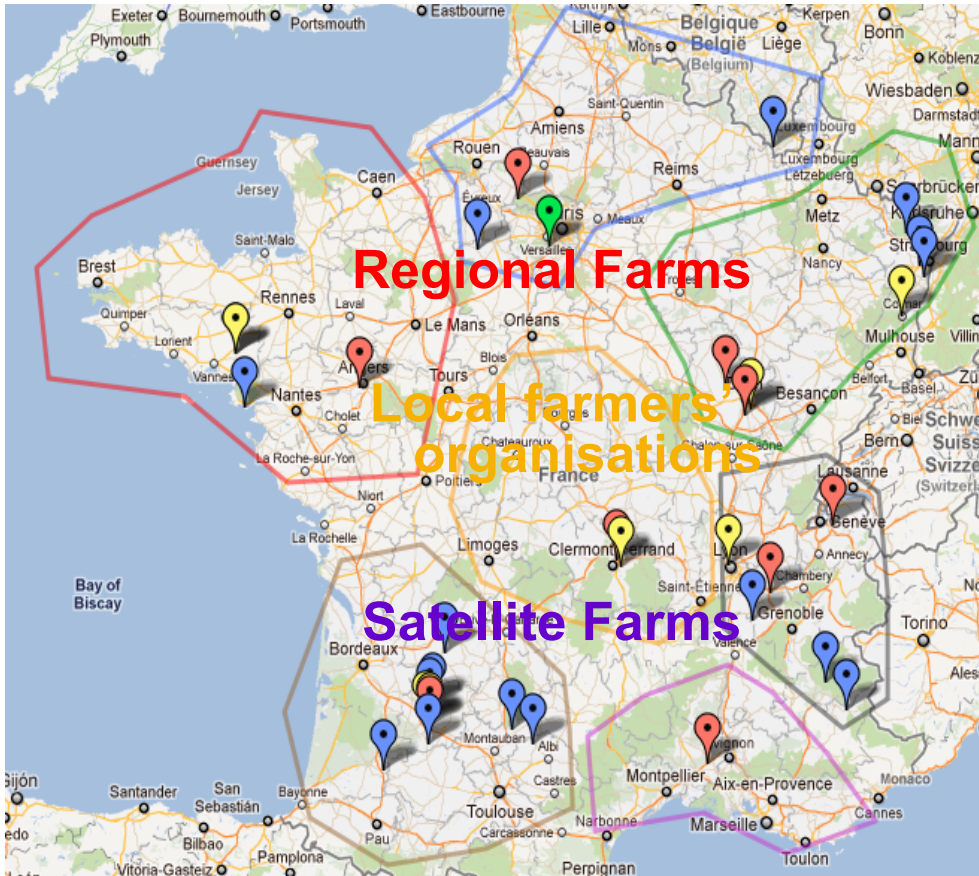


### Objectifs:

- Créer des variétés-population adaptées à des systèmes agricoles écologiques / AB, locaux, pour des produits de qualité
- Développer des stratégies pour préserver la diversité génétique cultivée via la gestion dynamique à la ferme et la sélection paysanne.
- Pour les paysans et les animateurs des associations paysannes: se réapproprier les techniques de gestion/sélection de la diversité à la ferme
- => **Recherche participative** associant les *producteurs, consommateurs, transformateurs* et *équipes de recherche institutionnelles* pour une innovation collective
- *Soutien financier Région IdF (PICRI, DIM Astrea), Région Centre (SPEAL), Projets européens FP7 (SOLIBAM), CORE Organic II (COBRA), H2020 Diversifood, Fondation de France (EcoAgri), INRA (AgriBio4)*

# Principes

## Sélection décentralisée



## Evaluation à la ferme dans les conditions habituelles

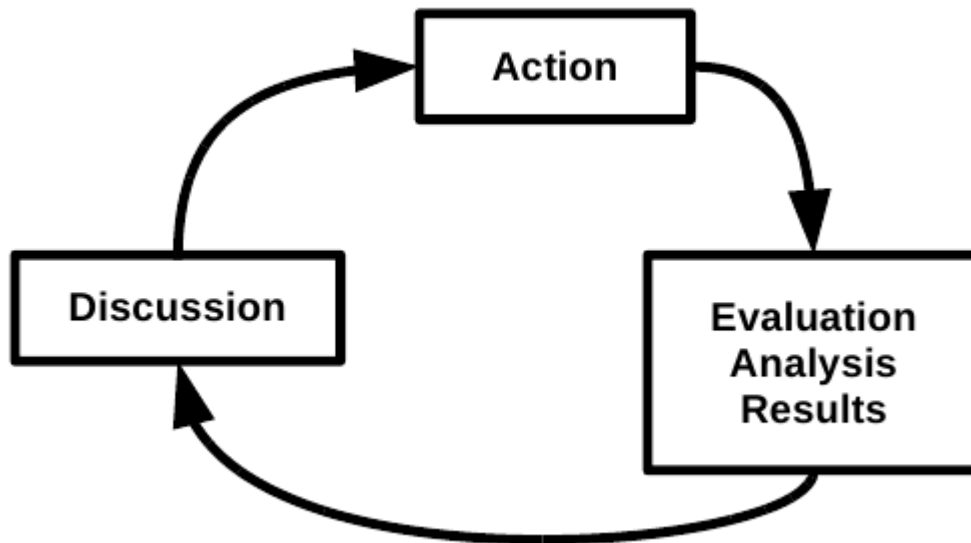


JF Berthelot (Port Ste Marie)

## Mobiliser et créer de la diversité

Croisements & ressources existantes: variétés de pays, variétés anciennes, mélanges paysans, populations complexes issues de programmes de recherche.

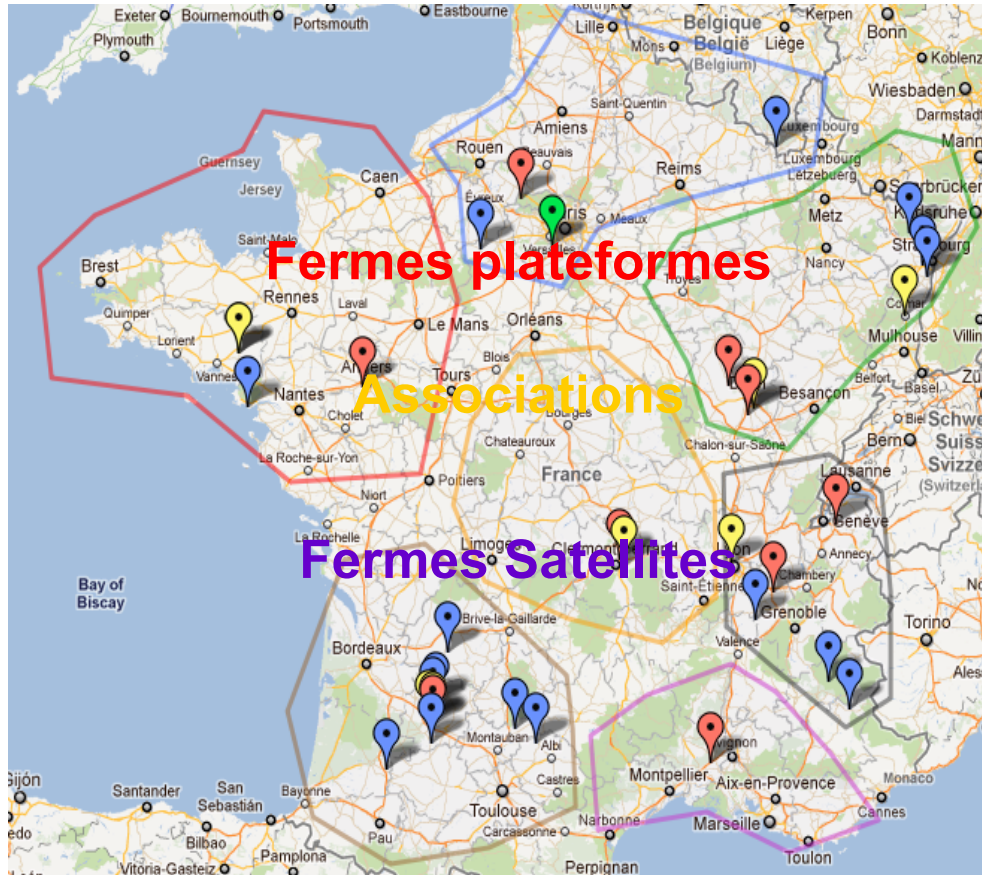
Le programme de SP est co-construit par les paysans, les animateurs des associations paysannes et les chercheurs



Recherche-action: en même temps que la recherche est conduite pour répondre aux questions initiales, la sélection, la méthodologie et l'organisation peuvent être modifiées à chaque étape en fonction de décisions collectives



# 2 types de dispositifs expérimentaux



- Les **Fermes plateformes** :
  - accueillent 20-50 populations
  - sont un lieu de rencontre entre les paysans, les chercheurs et les associations régionales.
- Les **Fermes Satellites** choisissent et évaluent les populations qui les intéressent.
- **Associations** contribuent à l'animation et renforcent les interactions paysans - chercheurs

=> Dispositif expérimental à la ferme: en 2017 ~ 80 agriculteurs impliqués

# 2 types de dispositifs expérimentaux

Témoins : **Rouge-du-Roc** **C14** **C21** **Renan**

## Fermes régionales

<b>Rouge-du-Roc</b>	pop1	pop2	pop3
pop4	pop5	<b>C21</b>	pop6
pop7	<b>C14</b>	pop8	pop9
pop10	pop11	pop12	<b>Renan</b>

pop13	<b>C21</b>	pop14	pop15
<b>Renan</b>	pop16	pop17	pop18
pop19	pop20	pop21	<b>Rouge-du-Roc</b>
pop22	pop23	<b>C14</b>	pop24

4 témoins dans 2 blocs

24 populations non répétées

## Fermes satellites

<b>Rouge-du-Roc</b>	pop1
pop2	pop3
pop4	pop5
pop6	pop7
pop8	<b>Rouge-du-Roc</b>

pas de blocs ; un témoin répété deux fois

8 populations non répétées



# Dispositif expérimental décentralisé et statistiques Bayésiennes *(Rivière et al. 2015)*

- 2 problèmes:
  - Sur chaque ferme: peu de populations et très peu de répétitions
    - ⇒ Estimations standard de variance résiduelle et comparaison de populations instables
  - Sur l'ensemble du réseau: peu de populations communes entre fermes (et toujours peu de répétition intra-ferme)
    - ⇒ Estimation des effets population, environnement et interaction instables



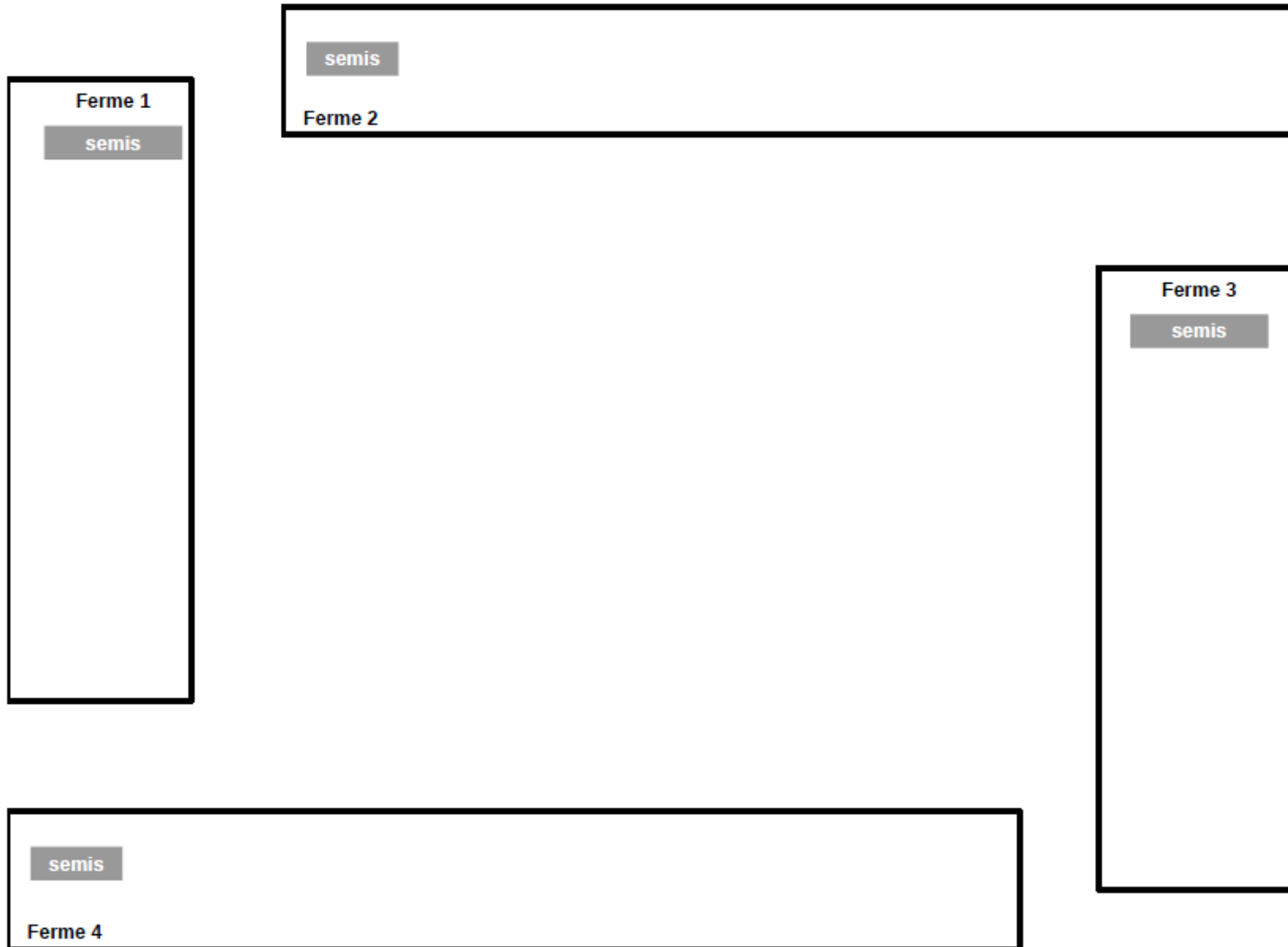
# Dispositif expérimental décentralisé et statistiques Bayésiennes *(Rivière et al. 2015)*

- Approche Bayésienne:
  - Sur une ferme, modélisation de la valeur de la pop  $i$ , dans la parcelle  $k$  sur la ferme  $j$ :

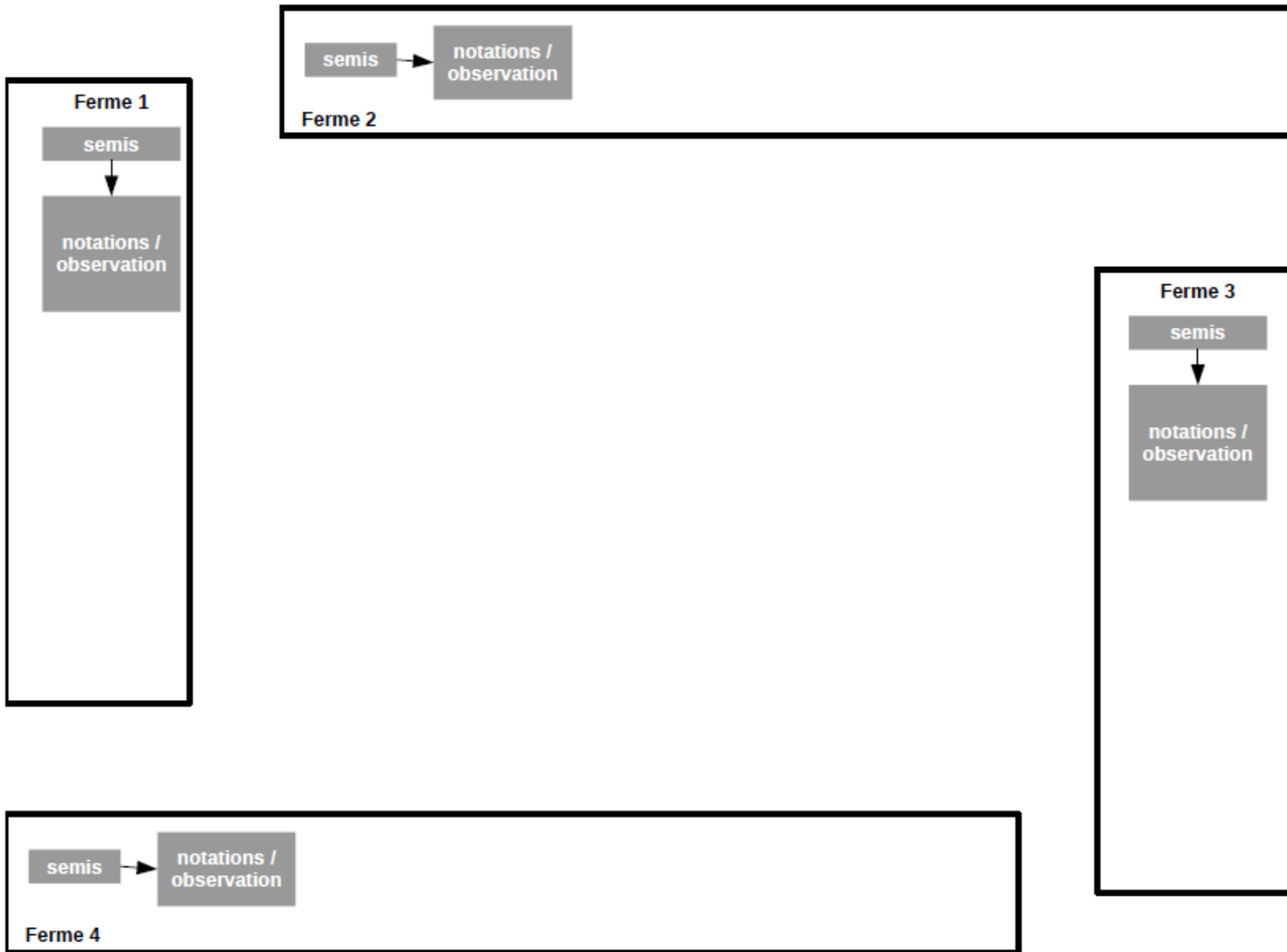
$$Y_{ijk} = \mu_{ij} + \beta_{jk} + \varepsilon_{ijk}; \varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{j})$$

- Avec modélisation hiérarchique de la variance résiduelle intra-ferme:  $\sigma^2 \mathbf{j} \sim \frac{1}{\text{Gamma}(\nu, \rho)}$
- L'information obtenue sur l'ensemble du réseau est prise en compte dans l'estimation de la variance résiduelle de chaque ferme.

# Organisation au cours des saisons



# Organisation au cours des saisons





# Quelles observations au champ ?

## Elaboration des fiches de notations

- Compromis entre (a) une description précise (« scientifique ») des variétés et (b) une description qui rende compte de la manière dont les paysans appréhendent les plantes dans leurs champs et (c) raisonnable à mettre en œuvre



- Exemple de fiche de notation « Eté »:

Croisement	Date	Globale	Biomasse	Crosses		Couleur		hétéro	Barbes		Verse	Commentaires
Exemple	25 05 11	5	5	pas croisé	50	blanc	50	5	barbus	50	50	blablalba
				intermediaire	15	intermediaire	20		intermediaire	5	<input type="checkbox"/> piétin	
				croisé	35	rouge	30		nonbarbus	45	verse	

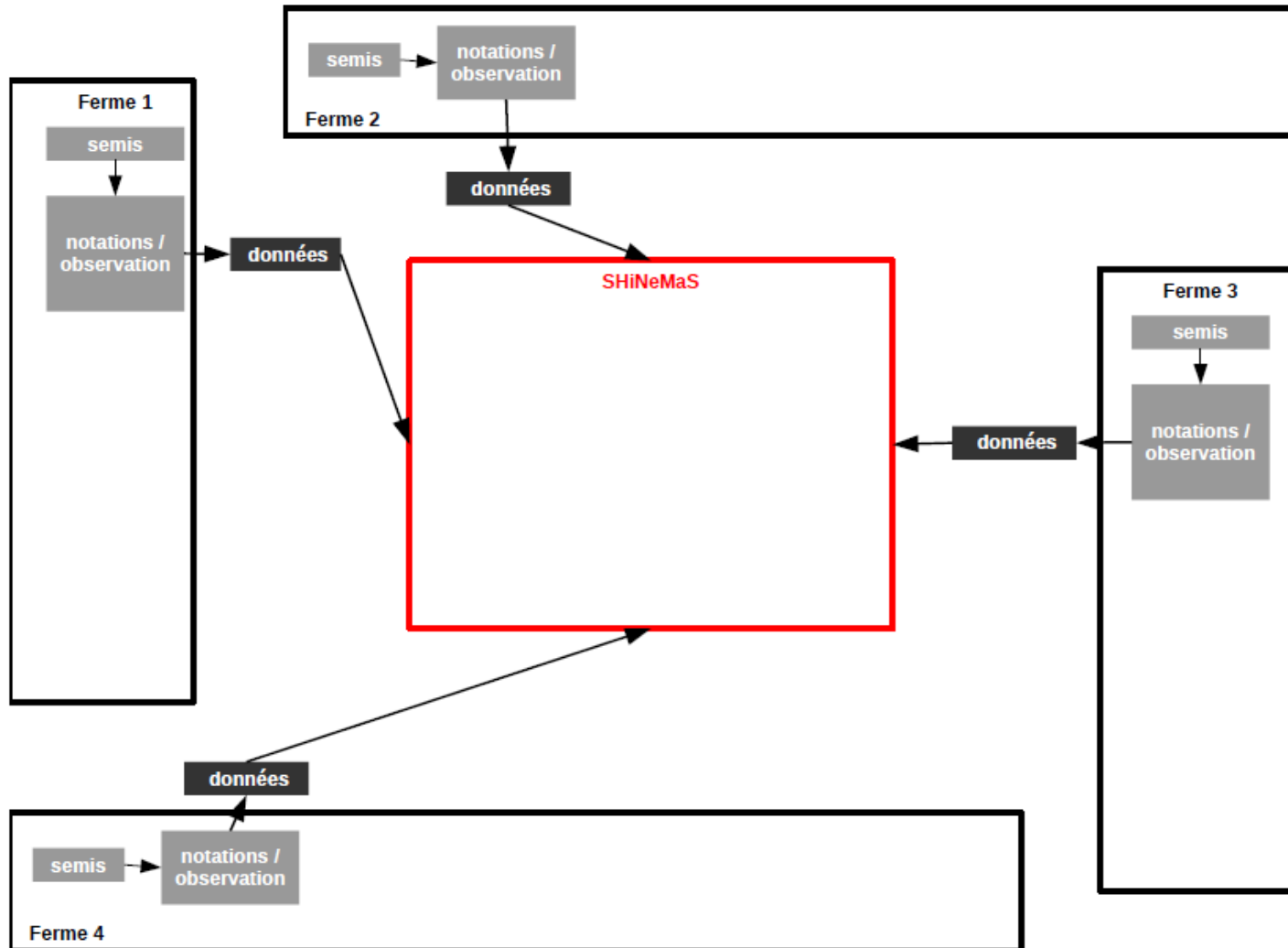
Rappel hiver : date : 10/04/11, globale= 2, reprise=3, densité= 300 à 400, Port au tallage : intermédiaire, Attitude des feuilles : horizontale

Commentaires hiver : belle population mais levée hétérogène

Rappel printemps : date : 10/04/11, globale= 2, reprise=3, densité= 300 à 400, Port au tallage : intermédiaire, Attitude des feuilles : horizontale

Commentaires printemps : belle population mais levée hétérogène

# Organisation au cours des saisons

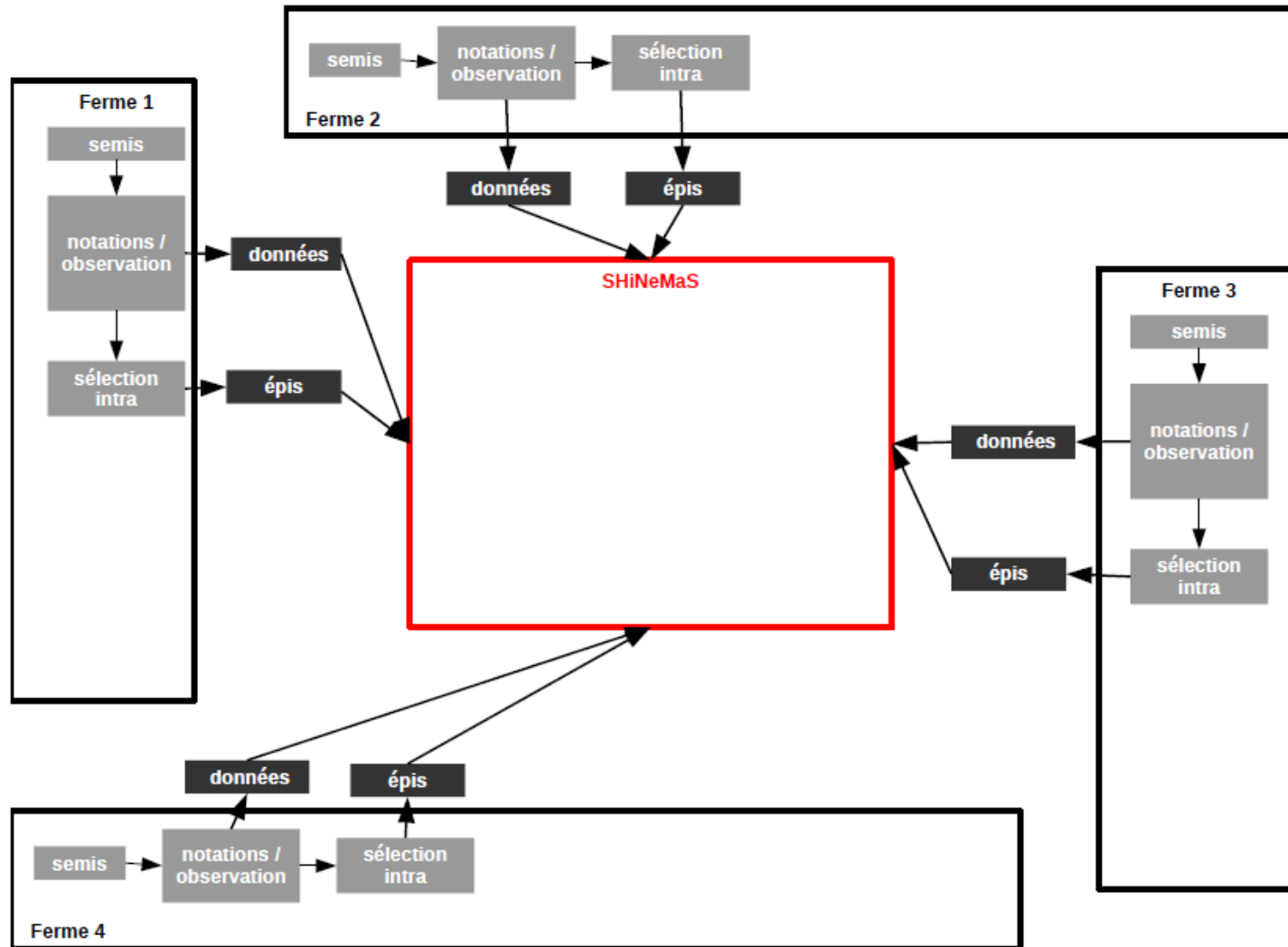


# Sélection au sein des populations

- Sans sélection humaine: choix de l'environnement et des pratiques de culture = orientation forte pour la sélection naturelle.
  - Récolte et semis du mélange génération après génération.
- Sélection massale intra-population:
  - Sélection massale positive (choix de plantes, d'épis ou tri sur la taille des grains) avant ou après récolte,
  - Sélection négative avant floraison (espèces allogames) ou à la récolte.



# Organisation au cours des saisons



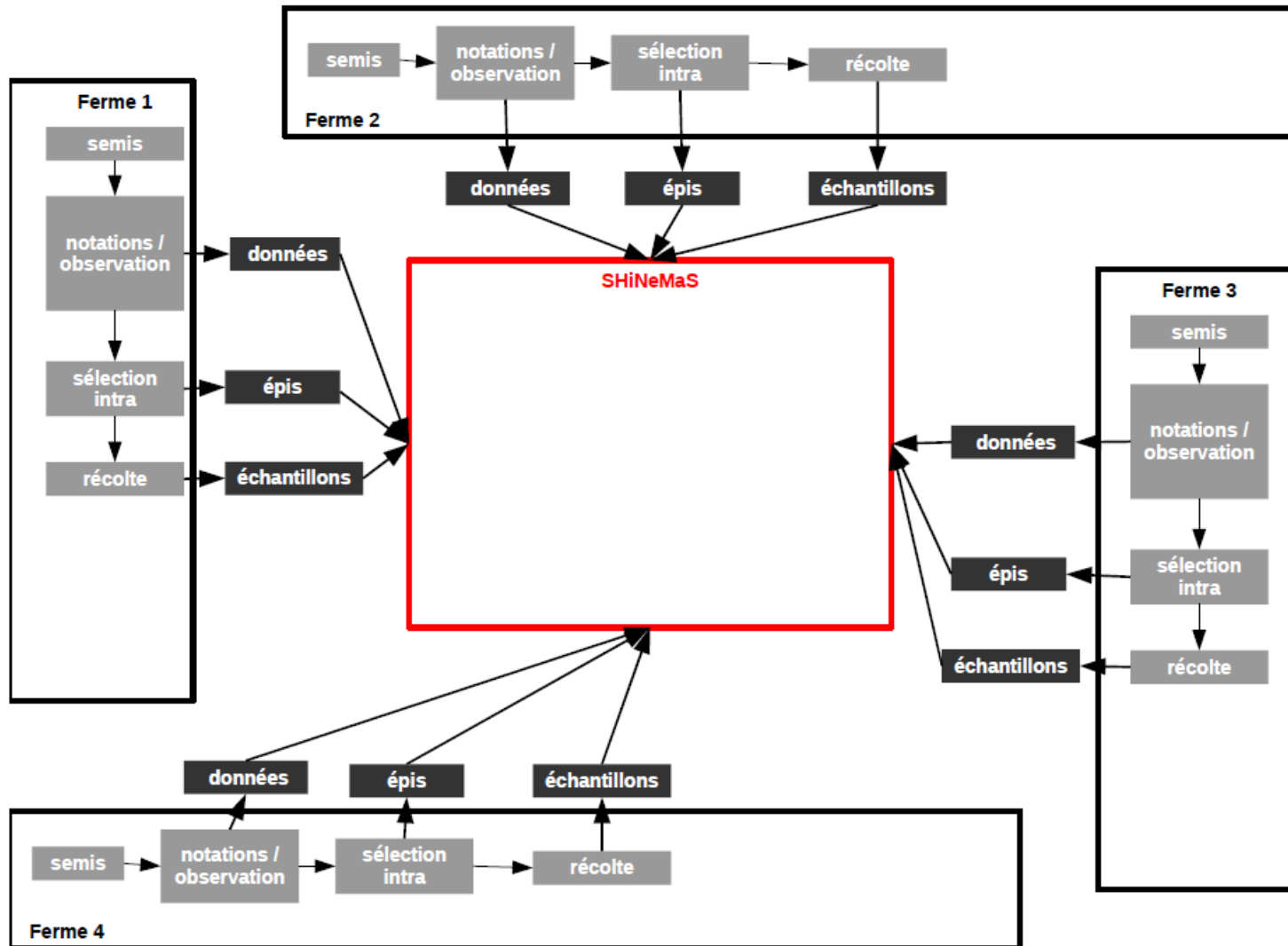
# Echanges lors des visites

Mesures dans les champs sur les fermes régionales lors de la visite d'été:

Communication discussion sur la sélection (utilisation d'un jeu de sélection)

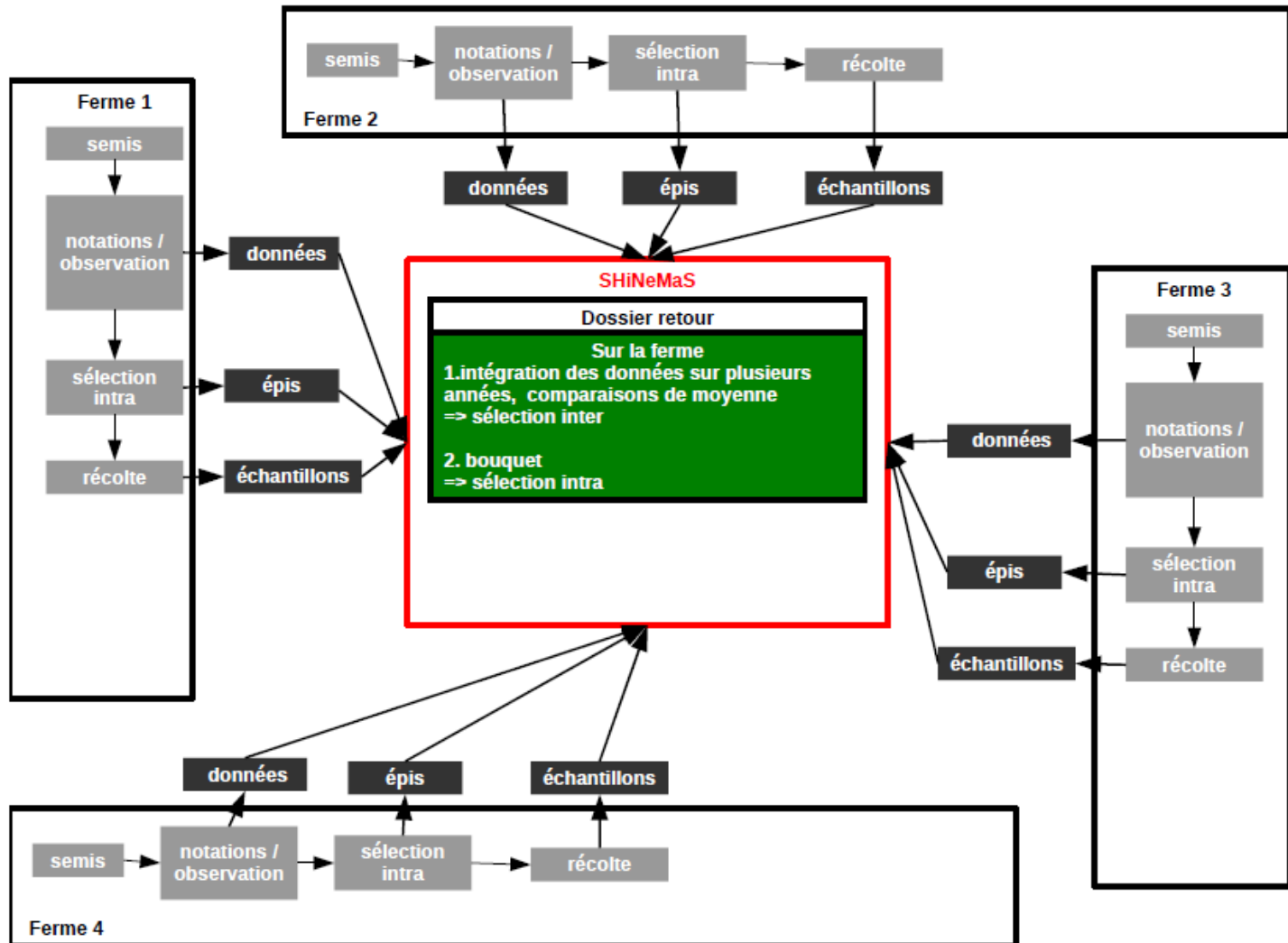


# Organisation au cours des saisons



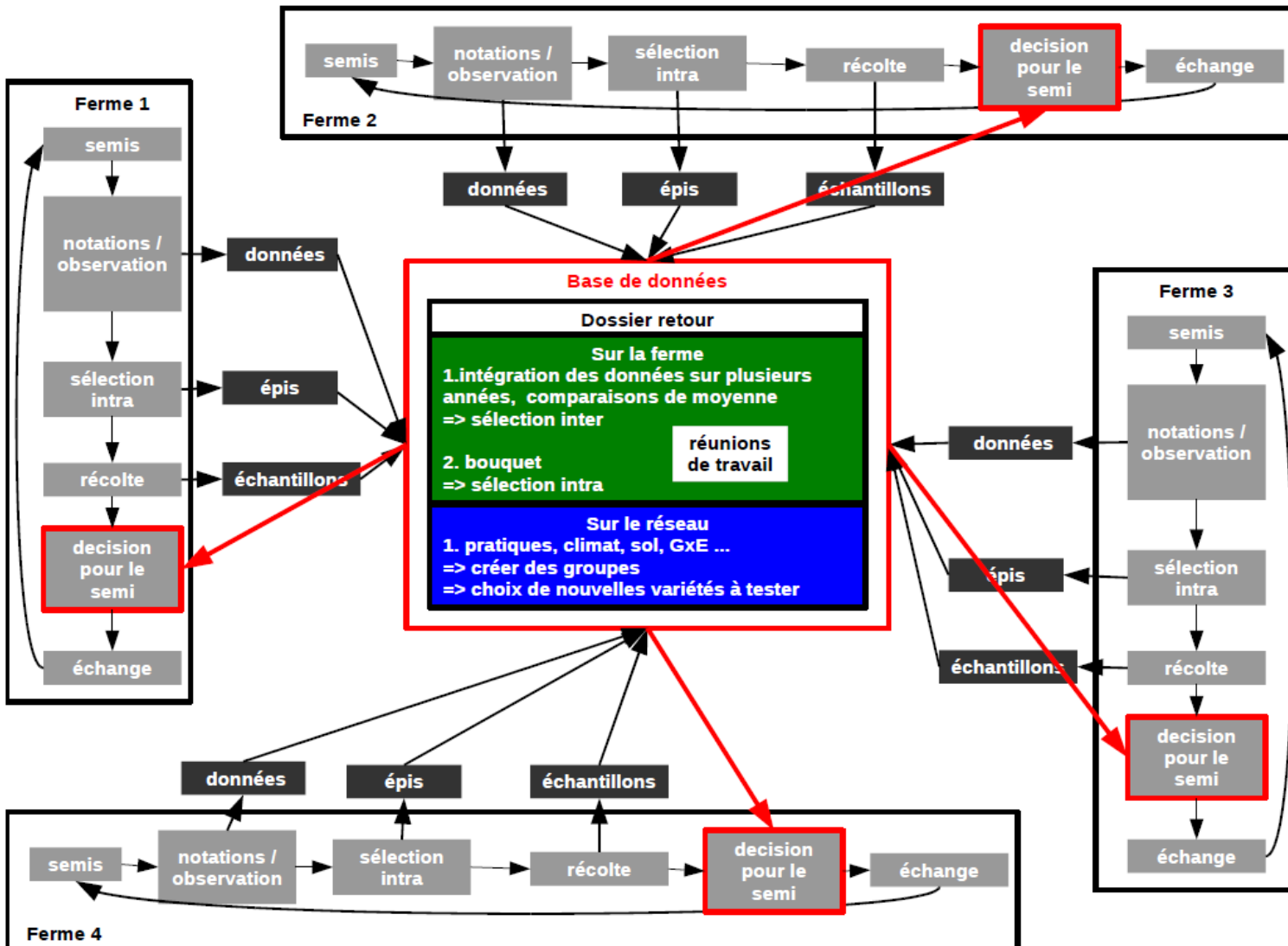


# Organisation au cours des saisons





# Organisation au cours des saisons



# Pratiques de sélection / gestion paysanne

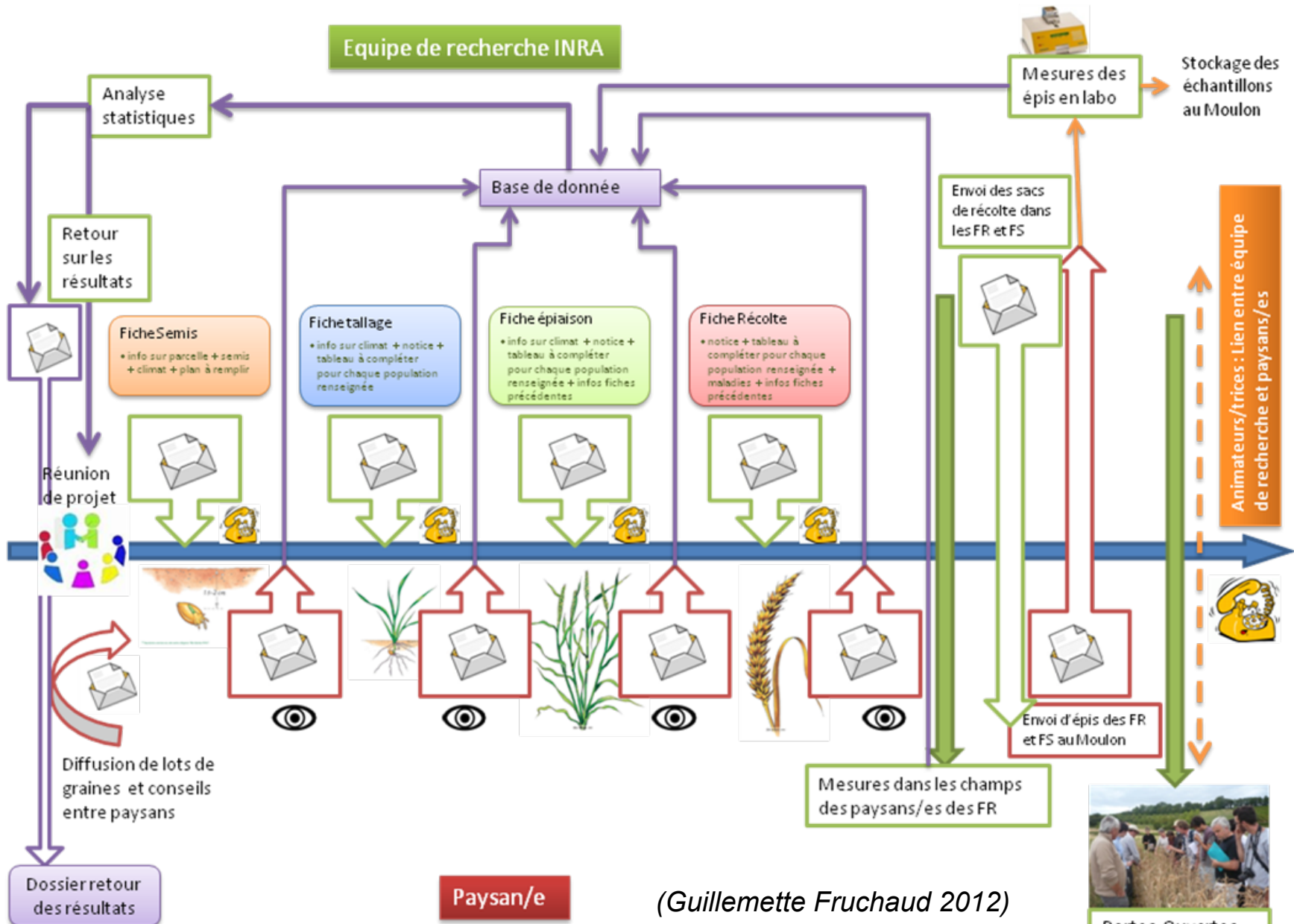
- Sélection entre les populations sur la base:
  - des observations des paysans sur leurs ferme
  - des résultats donnés dans le dossier bilan en septembre: comparaison des valeurs des populations intra-fermes => tests statistiques
- Introduction de nouvelles populations sur la ferme à partir de:
  - des visites sur d'autres fermes et observations du paysan
  - des résultats dans le dossier bilan sur l'ensemble des fermes => estimation des valeurs moyennes et de la sensibilité des populations aux environnements, regroupements des fermes



# Des innovations collectives de différents types

- Une organisation collective équipe recherche / associations-animateurs / paysans
  - Mise en commun des données, discussions et retours d'expériences, échanges de semences

# Un mode d'organisation complexe



Paysan/e

(Guillemette Fruchaud 2012)



# Des innovations collectives fortes

- Une organisation collective équipe recherche / associations-animateurs / paysans
  - Mise en commun des données, discussions et retours d'expériences, échanges de semences
- Des outils génériques d'aide à la gestion / sélection collective de la diversité:
  - Protocoles d'observation, dispositif expérimental déséquilibré, statistiques Bayésiennes, dossier « retour » aux paysans, livret sélection participative, base de données

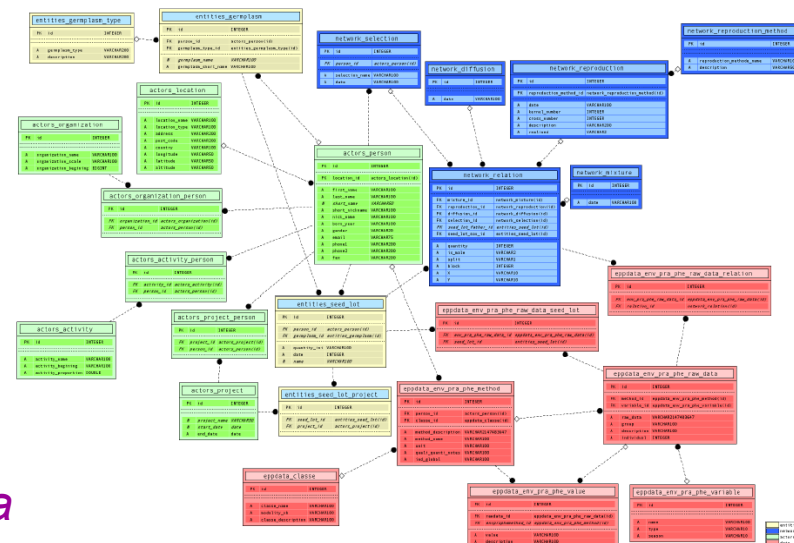
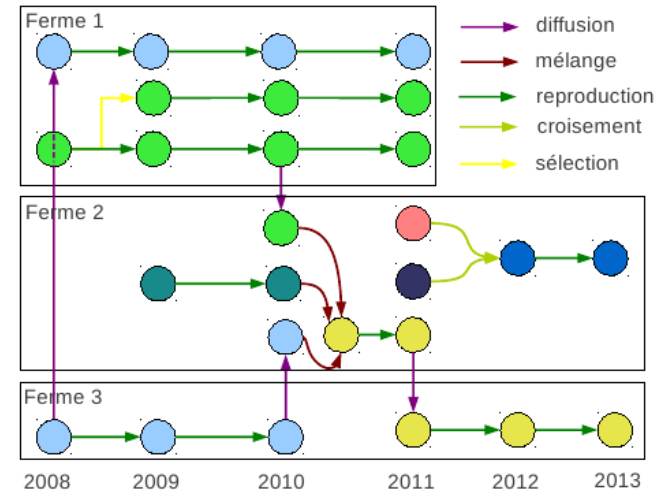
# Une base de données adaptée au programme de SP

- Deux types de données:
  - Histoire des lots de graines
  - Données issues des expérimentations
- Données multi-annuelles et multi-sites
  - Dispositif expérimental à la ferme:
    - ~ 25 agriculteurs impliqués,
    - > 50000 données/an, 2009-2010-... 2017

⇒ **Base de Donnée** = élément clé pour la gestion des données et du système



Pierre Rivière & Yannick de Oliveira





# Des innovations collectives fortes

- Une organisation collective équipe recherche / associations-animateurs / paysans
  - Mise en commun des données, discussions et retours d'expériences, échanges de semences
- Des outils génériques d'aide à la gestion / sélection collective de la diversité:
  - Protocoles d'observation, dispositif expérimental déséquilibré, statistiques Bayésiennes, dossier « retour » aux paysans, livret sélection participative, base de données
- Un apprentissage et une autonomie accrue en matière de gestion de la diversité:
  - Sélection massale intra-populations, sélection entre populations, choix de nouveaux croisements

# Formation aux croisements, livret technique,...



LE MOULON  
Génétique  
végétale UMR



Des blés en (R)Evolution :

**SOLIBAM**, Projet de sélection participative entre le Réseau Semences Paysannes et l'INRA du Moulon : création de variétés de blé tendre de qualité adaptées à l'Agriculture Biologique et conservation de la biodiversité cultivée



INRA Le Moulon: UMR de Génétique Végétale,  
Équipe Diversité Évolution et Adaptation des Populations, Ferme du Moulon,  
91190 Gil-sur-Yvette, France.  
Site internet : <http://moulon.inra.fr/index.php/fr/equipes/deap>  
contact : [pierre.riviere@moulon.inra.fr](mailto:pierre.riviere@moulon.inra.fr) ; [sabelle.goldringer@moulon.inra.fr](mailto:sabelle.goldringer@moulon.inra.fr) ;  
[nathalie.galic@moulon.inra.fr](mailto:nathalie.galic@moulon.inra.fr) ; [joanne@moulon.inra.fr](mailto:joanne@moulon.inra.fr)

Réseau Semences Paysannes  
3 Avenue de la gare  
47190 Aiguillon  
Tél. 05 53 84 91 94  
Site internet : <http://www.semencespaysannes.org/>  
contact : [patrick@semencespaysannes.org](mailto:patrick@semencespaysannes.org)

Août 2012



Croisements réalisées en tunnel à l'Inra à la demande des paysans du groupe



# Des innovations collectives fortes

- Une organisation collective équipe recherche / associations-animateurs / paysans
  - Mise en commun des données, discussions et retours d'expériences, échanges de semences
- Des outils génériques d'aide à la gestion / sélection collective de la diversité:
  - Protocoles d'observation, dispositif expérimental déséquilibré, statistiques Bayésiennes, dossier « retour » aux paysans, livret sélection participative, base de données
- Un apprentissage et une autonomie accrue en matière de gestion de la diversité:
  - Sélection massale intra-populations, sélection entre populations, choix de nouveaux croisements
- De nouvelles variétés populations adoptées par les paysans





Chez la famille  
Berthelot 2014,  
1 variété  
commerciale  
entourée de  
variétés issues de  
sélection  
participative



La variété issue de sélection participative **Japhabelle**





# Enjeux pour pérenniser la démarche et la diffuser

- **prendre le temps de la co-construction** entre les acteurs afin de
  - mettre en place une charte pour le groupe de travail ;
  - fixer les objectifs, les critères d'observation ...
- **adapter les outils** pour répondre aux objectifs des acteurs
  - dispositifs expérimentaux et statistiques
  - base de données
  - fiches, dossier retour, ...
- **maintenir un réseau** de maisons des semences paysannes
  - permet de valoriser une diversité d'environnements et d'organisations sociales : stabilité et résilience face aux stress environnementaux et socio-économiques ;
  - encourage et favorise les échanges d'informations, d'outils, de résultats, de savoirs, de savoir-faire et de semences.

# Leviers pour accompagner la transition (changement de système)

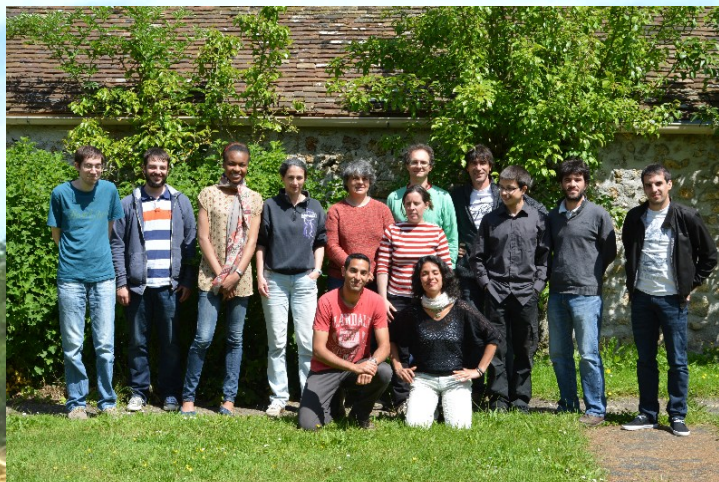
- Former les animateurs qui ont un rôle clé dans la réussite de la sélection participative
- Créer un espace juridique pour les variétés issues de la sélection participative
- Identifier des sources de financement pour les maisons des semences paysannes.



# Conclusions

- Développer une **approche intégrée** basée sur la **diversité génétique** par:
  - **Approche interdisciplinaire**: génétique, statistiques, théorie / modélisation, écologie, sciences sociales et juridique, agronomie,...
  - **Recherche participative** qui s'appuie sur les acteurs: paysans, boulangers, sélectionneurs, citoyens consommateurs, ...
- Le partenariat institutions-citoyens permet:
  - d'élaborer des questions de recherche **originales** et **complexes** où recherche fondamentale et appliquée sont étroitement imbriquées
  - Contribuer au positionnement d'un domaine de recherche dans un champ d'application concret (**donner du sens aux recherches**)
  - Stimuler les réflexions des **citoyens** hors instituts sur les **choix scientifiques** et les besoins de recherche





**Gaëlle van Franck, Sophie Pin, Nathalie Galic, Pauline L'Hôte, Yannick de Oliveira, Jérôme Enjalbert, Mathieu Thomas, Emma Forst, Guillemette Fruchaud, Maxime Garnault, Caroline Bouvier d'Yvoire, Jonathan Locqueville, Thomas Gauthier**  
***UMR Génétique Quantitative et Evolution Le Moulon***

**Olivier David, Feyza Mermer *INRA*, MalAGE Jouy-en-Josas**  
**Bonneuil C, Demeulenaere E (*CNRS*)**

**Pierre Rivière, Jean-François Berthelot et les paysans et animateurs du groupe Blé RSP**

**Merci de votre attention !**







Blés, ferme Florent Mercier, 2011