

FsoV

INRAE



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'agriculture OFAG

Agroscope

NIAB

ao agri Obtentions  
Semencier de l'agriculture durable

FLORIMOND  
DESPREZ



R-2n

syngenta

UNISIGMA  
RECHERCHE & CRÉATION VARIÉTALE

# PolyBléD

Quelles nouvelles  
polyploïdisations réaliser pour  
une meilleure adaptation du  
blé tendre aux contraintes à  
venir ?

Annaig BOUGUENNEC / INRAE UMR GDEC



# Contexte : de nombreux défis à surmonter

- ❖ **stagnation des rendements du blé tendre**
- ❖ **changement climatique**
  - stress thermiques et/ou hydriques
  - phénomènes de précipitations et vents plus violents et plus fréquents
  - évolutions des populations de pathogènes
- ❖ **respect de l'environnement et de la santé**
  - diminution des intrants chimiques
- ❖ **évolution des habitudes alimentaires**
  - sensibilités individuelles (gluten...)
  - nouveaux procédés industriels
- ❖ **diversification des usages**

Variétés avec de  
**nouvelles caractéristiques**  
à créer par la sélection



d'où

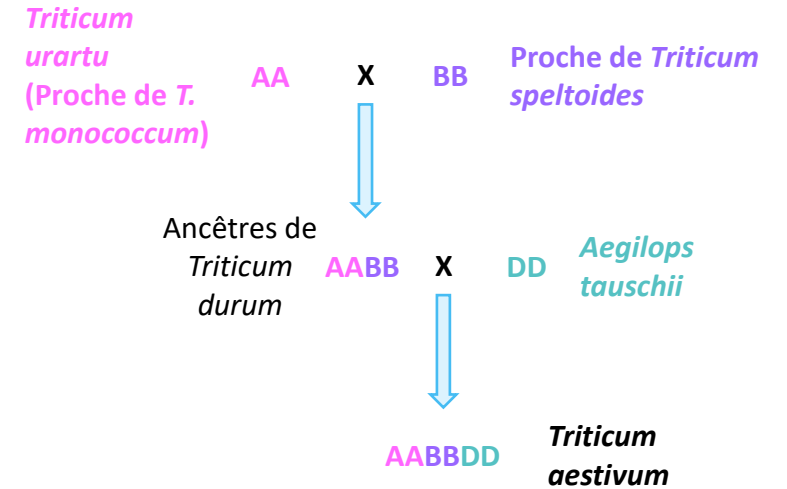
Nécessité de  
**nouvelle diversité**  
à explorer



# Plusieurs causes à la diminution de diversité

Chez le blé tendre :

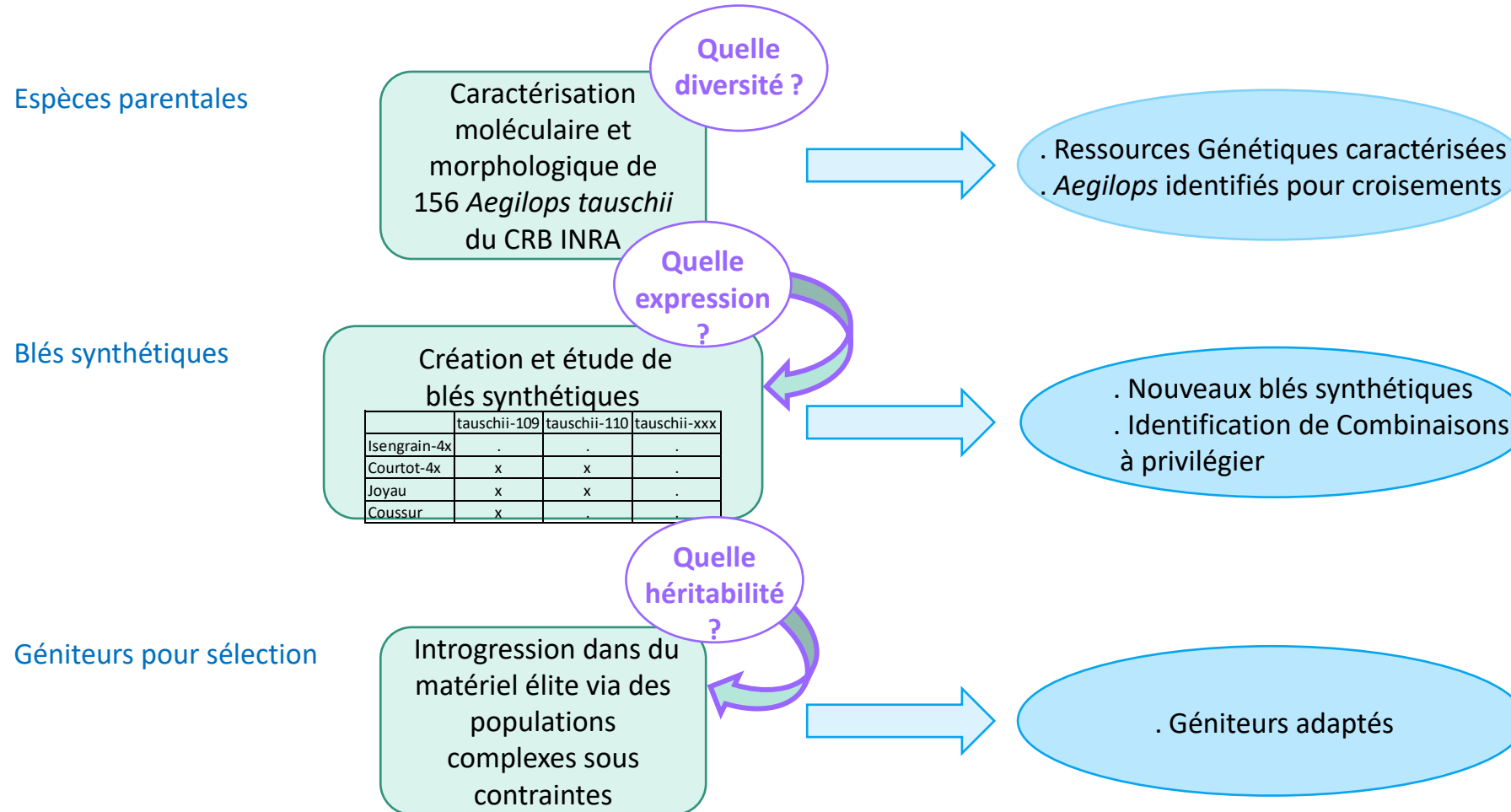
- ❖ plus ou moins lors de la sélection
- ❖ domestication
- ❖ goulot d'étranglement lors de la polyploïdisation
  - en particulier sur génome D moins de diversité
  - alors que très grande diversité des *Ae. tauschii* (grande aire d'extension, zones et climats très variés), diversité génome D des *Ae. tauschii* sous-exploitée



⇒ Objectif: création de « blés synthétiques »



# Questions et études à plusieurs niveaux



# 1- Collection d'*Aegilops tauschii*: Matériel et méthodes

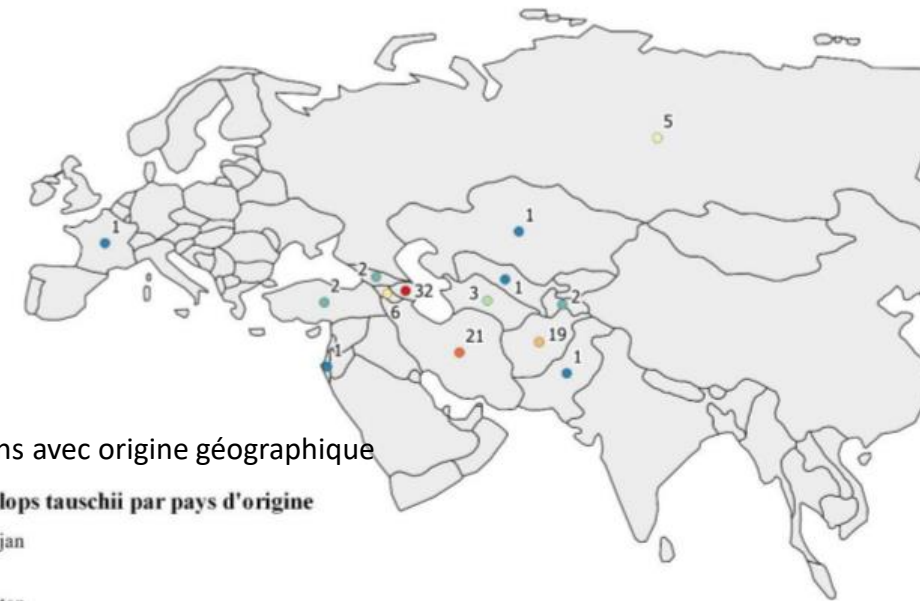
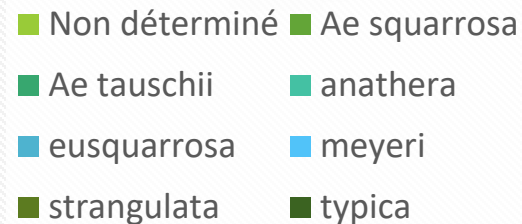
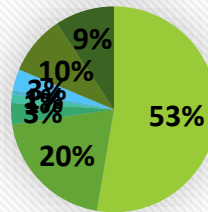
Deux origines, avec peu d'informations :

❖ INRAE Centre de Ressources Biologiques Céréales à Paille : 154 accessions

❖ Agroscope : 4 accessions

## indications de sous-espèces

(source : cahier INRA Rennes)



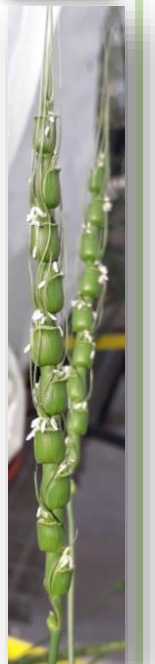
Étude à 2 niveaux :

❖ morphologique (INRAE UMR GDEC)

❖ marquage moléculaire (NIAB et INRAE UMR GDEC)



# 1- Collection d'*Aegilops tauschii*: morphologie



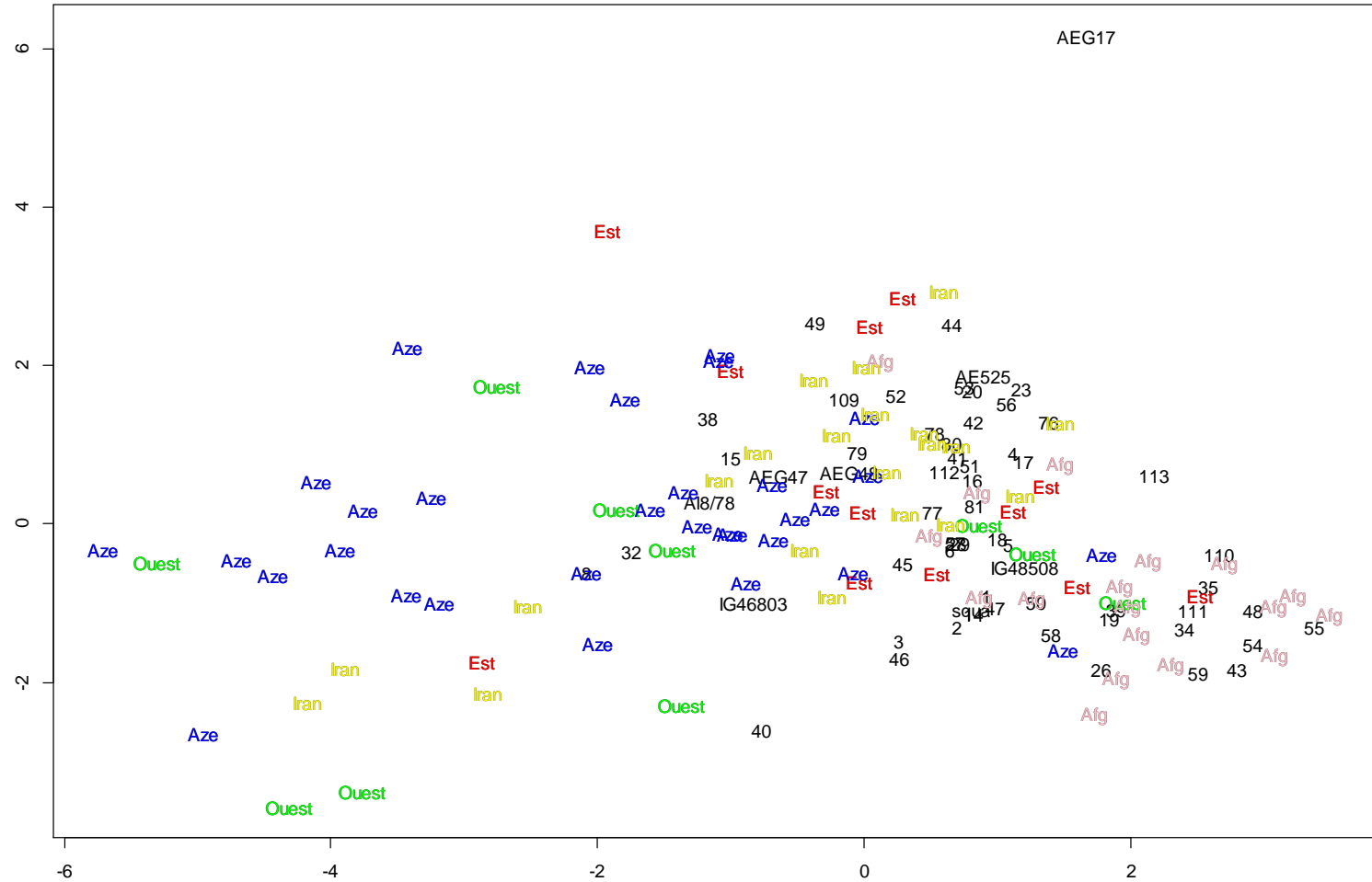
Analyse en Composantes  
Principales sur les caractères  
agro-morphologiques :

Gradient d'ouest en est selon  
l'origine des *Ae. tauschii* :

- Précocité croissante
- Hauteur décroissante
- Longueur d'épi décroissante
- Nombre d'épillets décroissant

15,5% d'explication

Axe 2



Axe 1

29,5% d'explication

caractères contribuant le plus à l'axe 1 : épaisseur et longueur de talles et d'épi



# 1- Collection d'*Aegilops tauschii*: moléculaire

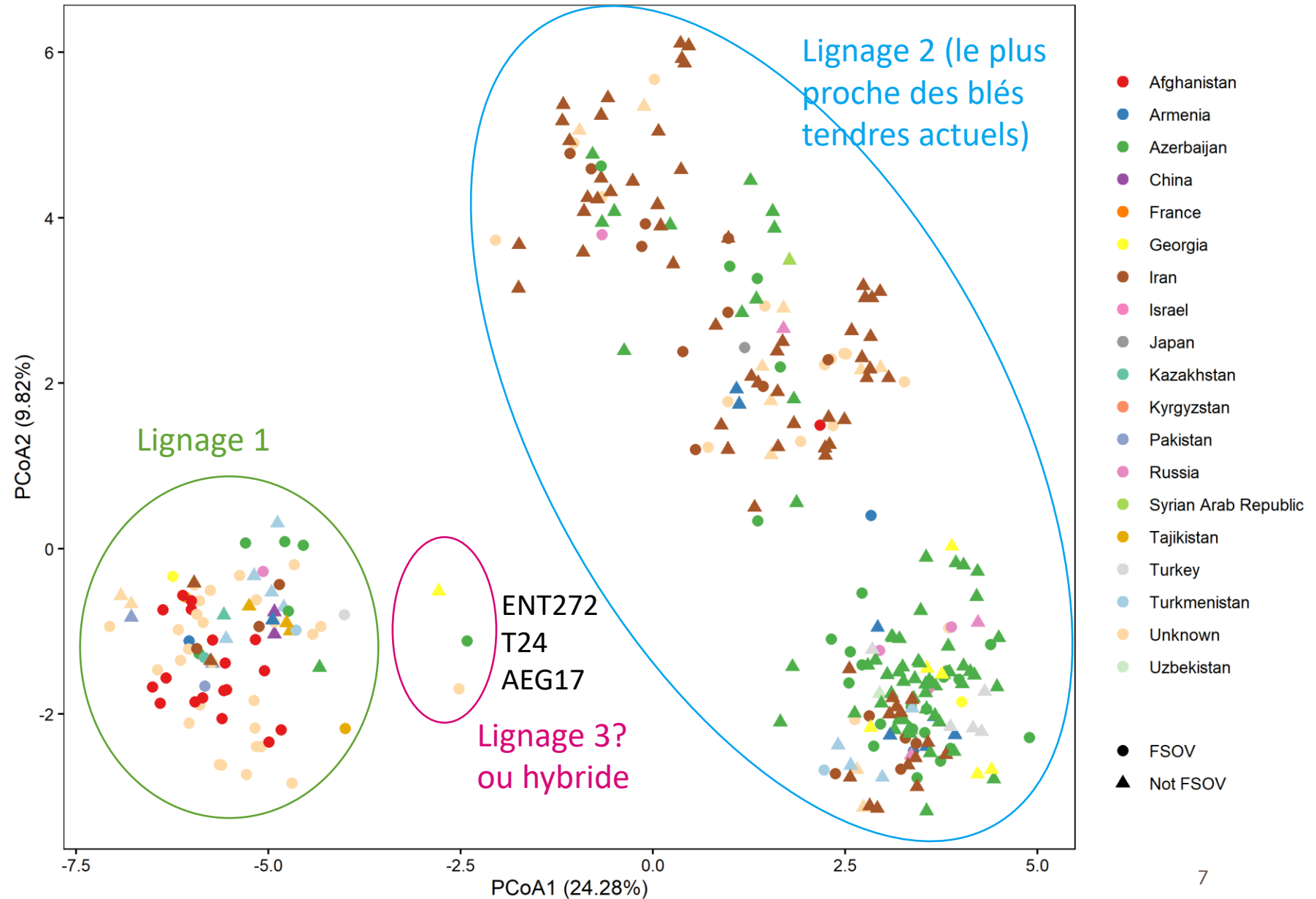
## 192 marqueurs du NIAB :

86 marqueurs communs avec autres collections d'*Ae. tauschii* (384 accessions au total) de : AAFC, CSIRO, JIC, KSU et NIAB (348 *Ae. tauschii*)

⇒ Collection FSOV bien répartie entre les lignages 1 et 2, même quelques lignages 3 ou hybrides

⇒ Identification de doublons intra et inter-collections

⇒ Choix d'*Ae. tauschii* originaux à croiser



# 2- Blés synthétiques : tableau d'études

## Objectif :

Voir l'influence des parents et du sens de croisement sur le blé synthétique résultant

## 3 *Ae. tauschii* DD

- 1 *ssp. strangulata* ou L2
- 2 *ssp. tauschii* ou L1

## 5 blés tétraploïdes AA BB

- 3 *Triticum durum*
- 2 tétraploïdes issus de blé tendre (AA BB DD)

## ⇒ Difficultés d'obtention de blés synthétiques :

- avec Tauschii-110
- Avec *Ae. tauschii* en femelle

	Tauschii-87 ( <i>ssp. tauschii</i> )		Tauschii-109 ( <i>ssp. strangulata</i> )		Tauschii-110 ( <i>ssp. tauschii</i> )	
	code	Etat d'obtention	code	Etat d'obtention	code	Etat d'obtention
Isengrain_4x	ISE87	Obtenu 2020 : 20DA1 x2	ISE109 (ISE)109	Obtenu 2019 : 19DA5 x4 19DA5 x2	ISE110 (ISE)110	Obtenu 2020 : 20DA2 19DA6
	87ISE	Obtenu 2021 : 21AD1 x1	109ISE	Obtenu 2021 : 21AD5 x1	110ISE	MANQUANT
Courtot_4x	SYN87 (SYN)87	Obtenu 2019 : 19DA1 19DA1	SYN109	Obtenu RE	SYN110	Obtenu RE
	87SYN	MANQUANT	109SYN 109(SYN)	MANQUANT 19AD6 x2	110SYN	Obtenu 2021 : 21AD9 x1
Joyau	JOY87	Obtenu RE	JOY109	Obtenu RE	JOY110	Obtenu RE
	87JOY	MANQUANT	109JOY	Obtenu 2019 : 19AD9 x4	110JOY	MANQUANT
Coussur	CUR87	Obtenu 2021 : 21DA1 x5	CUR109	Obtenu CF : 11DA3	CUR110	MANQUANT
	87CUR	Obtenu 2019 : 19AD2	109CUR	MANQUANT	110CUR	MANQUANT
Langdon	LAN87	Obtenu 2021 : 21DA3 x6	LAN109	Obtenu CF : 15DA1 x3 Obtenu 2019 : 19DA5	LAN110	MANQUANT
	87LAN	MANQUANT	109LAN	Obtenu CF : 06AD1 x2 obtenu 2019 : 19AD10 x2	110LAN	MANQUANT

fond jaune :

sens de croisement Aegilops x Blé 4x

fond gris :

sens de croisement Blé 4x x Aegilops

en noir :

Disponibles initialement (obtenus par INRA-IGEPN Rennes)

en violet :

Disponibles initialement (obtenus par INRAE-GDEC Clermont-Ferrand)

en vert :

Obtenus par PolyBléD 2019-2022 (en gris : à partir de SYN et ISE issus de FL)

en rouge :

manquants





## 2- Blés synthétiques : nouveau blés synthétiques

### Nouveaux *Aegilops tauschii* utilisés :

- pas déjà croisés par INRA Rennes
- plutôt L1 que L2
- originaux pour
  - morphologie
  - moléculaire
- ✓ AEG17 (? L3 hybride ou autre espèce..., très velu)
- ✓ Tauschii-7 (Iran L2 haut)
- ✓ Tauschii-42 (? L2 bas)
- ✓ Tauschii-82 (L2 haut)
- ✓ Tauschii-101 (Iran L2 bas)
- ✓ Tauschii-24 (Azerbaïdjan L3 ou hybride ?)
- ✓ Tauschii-28 (? L1)
- ✓ Tauschii-66 (Afghanistan L1)

### Blés Tétraploïdes :

- Variétés actuelles
- Tétraploïdes avec A et B du blé tendre
- ✓ Isengrain-4x (obtenu par INRA Rennes)
- ✓ RGT Voilur
- ✓ Anvergur
- ✓ F5 Soissons/Orlu
- ✓ F5 Sculptur/Soissons
- ✓ Miradoux

⇒ **Obtention** de : Isengrain-4x/**Tauschii-42**

**AEG17**/Isengrain-4x

⇒ **Obtention** à confirmer de : **Tauschii-28**/(F5 Soissons/Orlu)

(F5 Sculptur/Soissons)/**Tauschii-24**

(F5 Soissons/Orlu)/**Tauschii-66**



## 2- Blés synthétiques : influence des parents sur agro-morphologie

43 blés synthétiques observés à Clermont-Ferrand et chez les différents partenaires (+ 6 à généalogie partiellement inconnue)

	AEG17	Tauschii-42	Tauschii-87	Tauschii-109	Tauschii-110		
ISE femelle		1	2	4	1		8
ISE mâle	5		1	1			7
SYN femelle			1	1	1		3
SYN mâle						1	1
JOY femelle			1	1	1		3
JOY mâle					1		1
CUR femelle			5	1			6
CUR mâle				1			1
LAN femelle			6	3			9
LAN mâle					4		4
	43	5	1	17	16	4	29
			15	10	3		
				2	6	1	

⇒ Ressemblances agro-morphologiques nettes par croisement

**Pas de différences marquantes entre :**

- plusieurs blés synthétiques provenant d'un même croisement
- blés synthétiques venant de sens du croisement opposé

**Fort effet de certains parents blé dur sur certains caractères :**

- Langdon en mâle ou femelle avec Tauschii-109 ou Tauschii-87 apporte hauteur et sensibilité à la rouille jaune

**Fort effet de certains parents *Aegilops tauschii* sur certains caractères :**

- Tauschii-87 apporte précocité lorsque croisé à Coussur, indépendamment du sens du croisement



## 2- Blés synthétiques : influence de la polyploïdisation sur l'expression transcriptomique

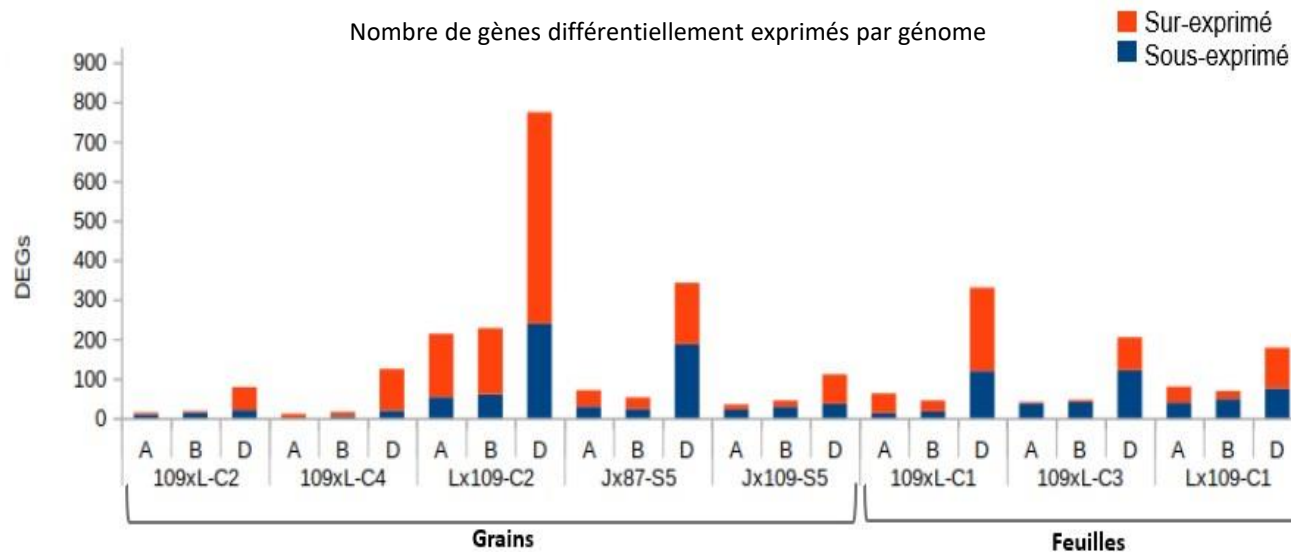
Banouh M., Armisen D., Bouguennec A., Huneau C., Dia Sow M., Pont C., Salse J. et Civaň P. (2023)

**Low impact of polyploidization on the transcriptome of synthetic allohexaploid wheat.** BMC Genomics 24, 255.

<https://doi.org/10.1186/s12864-023-09324-2>

Etude comparative de l'expression du transcriptome de :

- Tauschii-109/Langdon (109xL) générations C1 et C3 sur feuilles et C2 et C4 sur grains
- Langdon/Tauschii-109 (Lx109) génération C1 sur feuilles et C2 sur grains
- Joyau/Tauschii-109 (Jx109) sur grains
- Joyau/Tauschii-87 (Jx87) sur grains



⇒ Seul ~1% des gènes ont une expression modifiée par rapport à celle de leurs parents.

Le génome D est le plus touché.

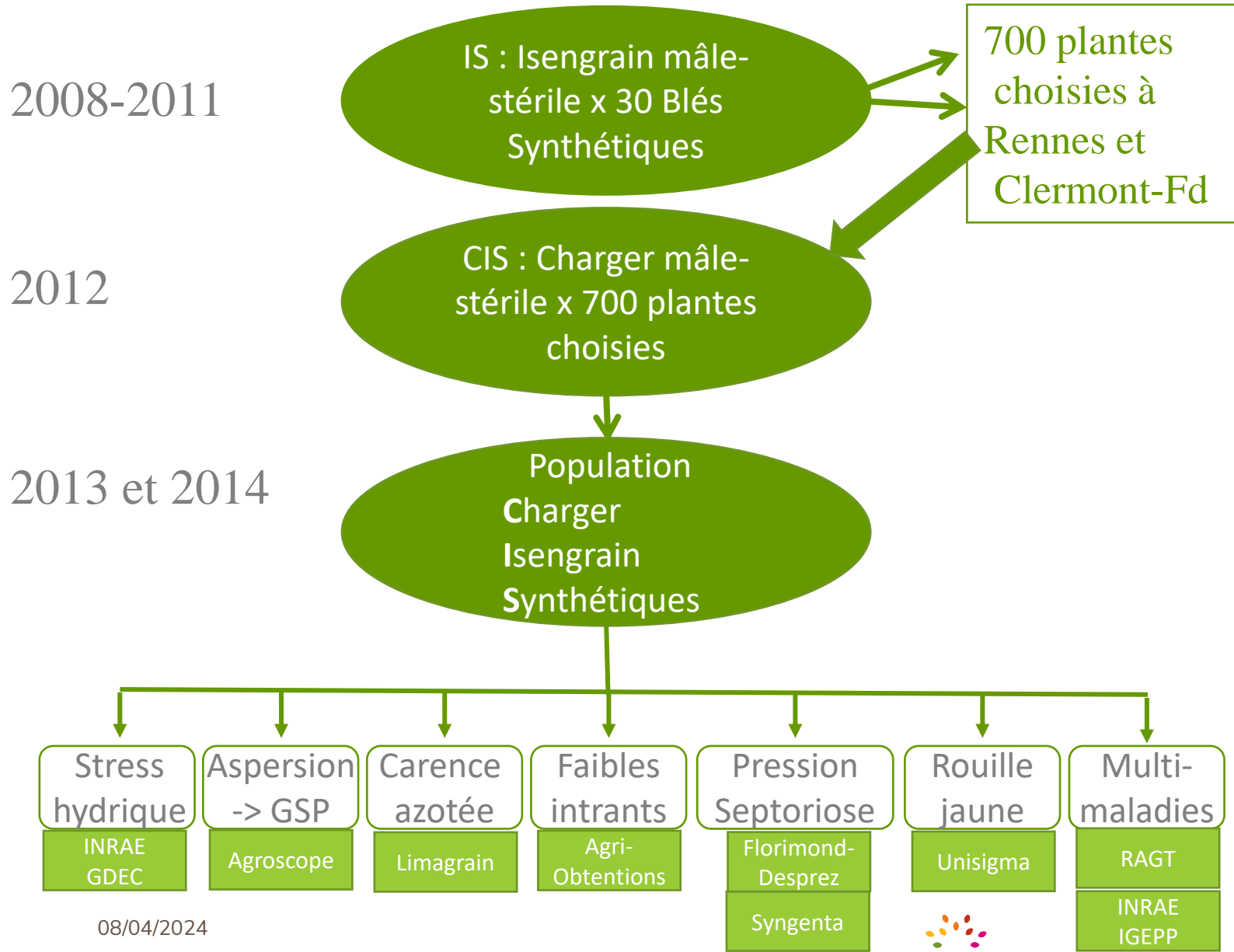
Ces changements sont :

- héritables,
- partiellement reproductibles,

mais le sens de modification d'expression est variable



# 3- Lignées dérivées des blés synthétiques

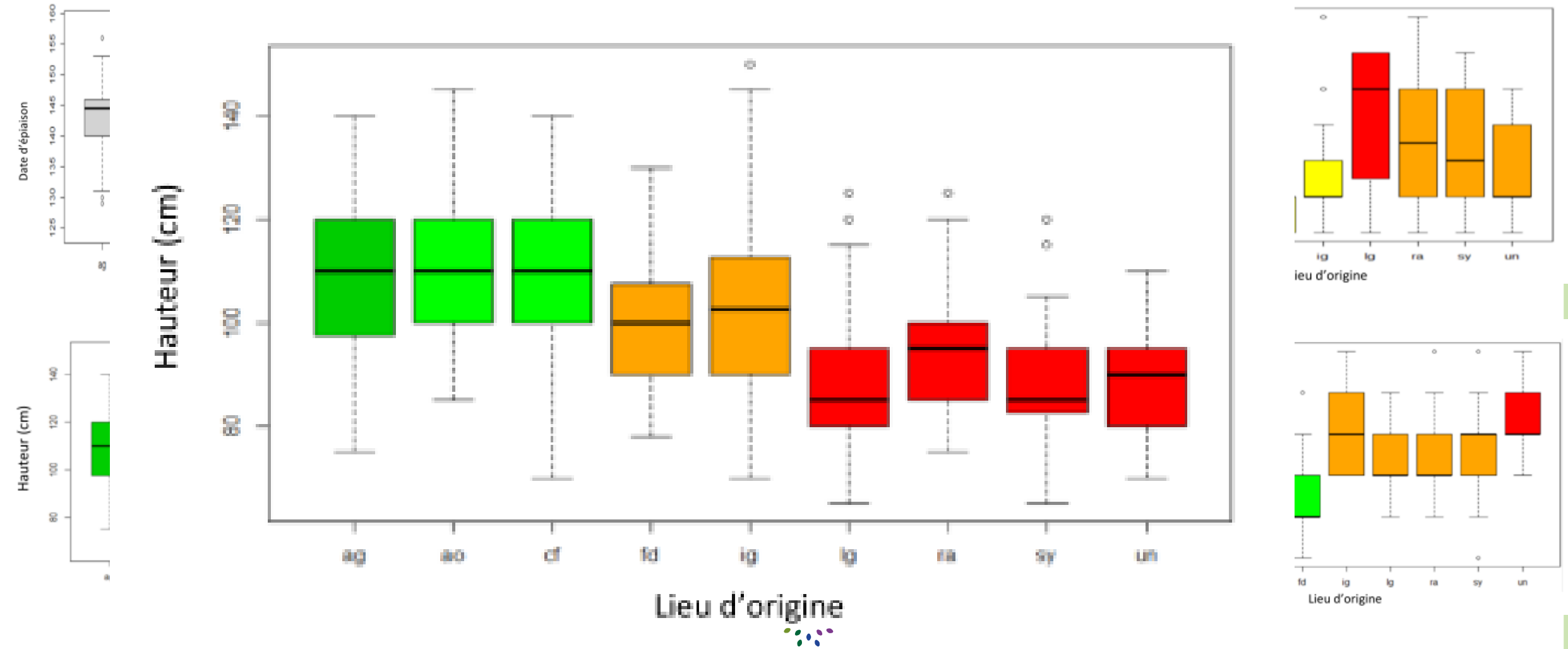


- Population Charger Isengrain Synthétiques
- ⇒ Distribuée aux partenaires
  - ⇒ Soumise à différents stress pendant 3 ans
  - ⇒ Choix de plantes contrastées pour le stress appliqué

# 3- Lignées dérivées des blés synthétiques : agronomie

Panel « agronomique » de 196 lignées, observé en pépinière chez chaque partenaire en 2023 :

- ⇒ Différenciation plus ou moins forte et explicable selon les lieux de choix (origine) et les stress appliqués
- ⇒ Identification de lignées potentiellement intéressantes



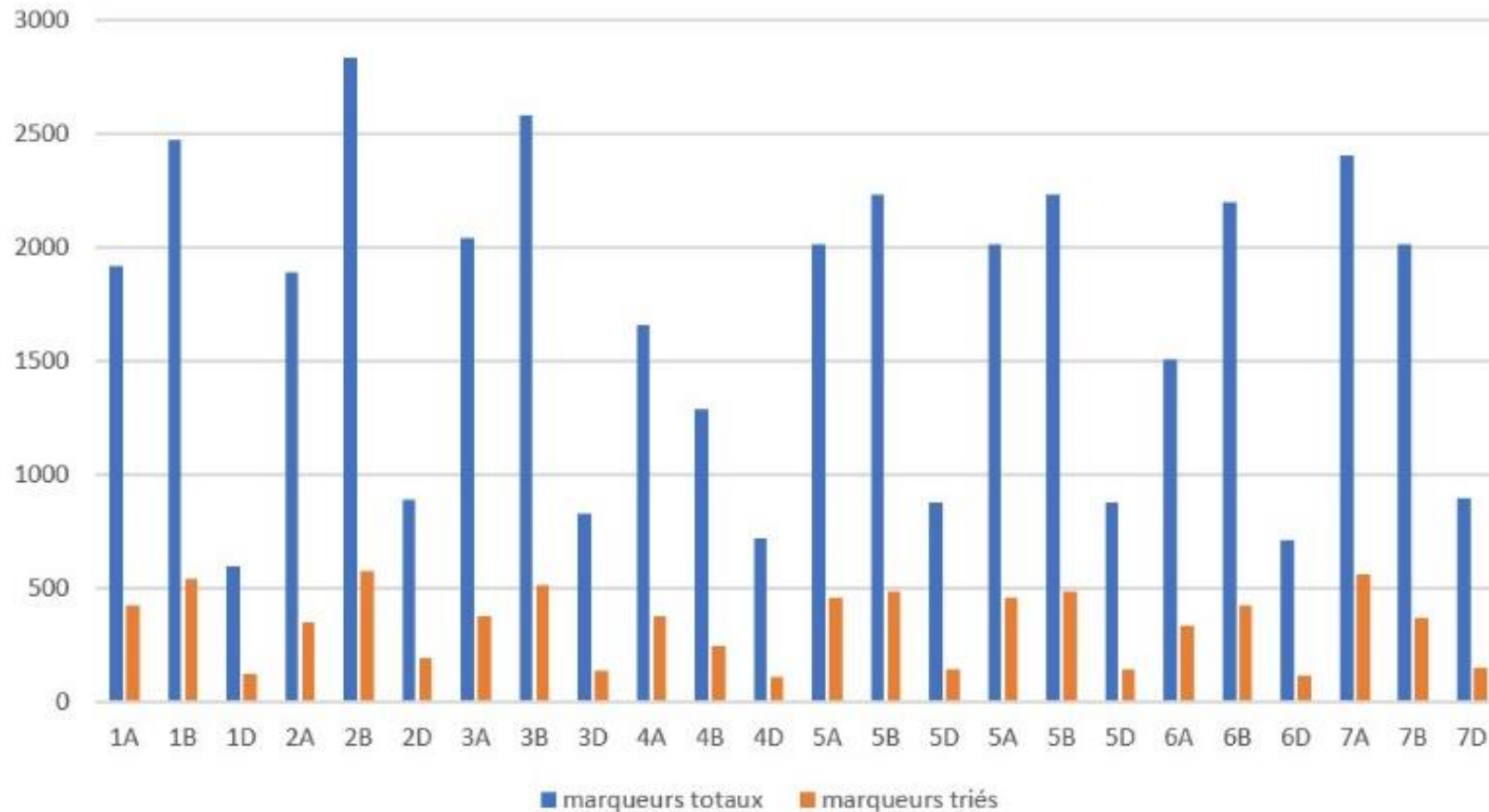
# 3- Lignées dérivées des blés synthétiques : SNP<sub>TaBW35K</sub>

Marqueurs éliminés :

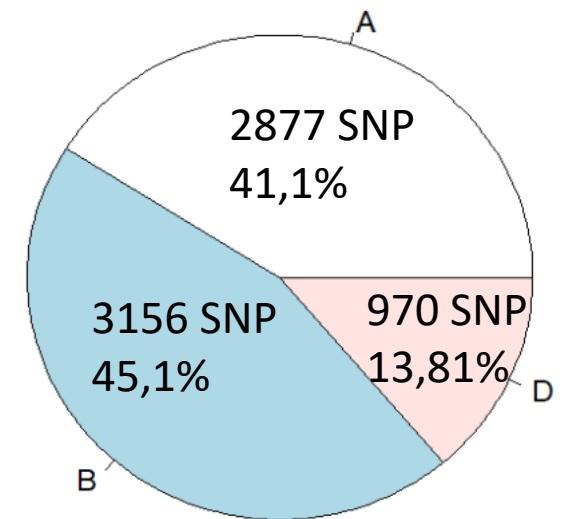
- non reproductibles sur 420K
- trop de données manquantes et OTV (> 10%)
- d'hétérozygotes (> 5%)

- monomorphes
- allèles rares (< 1%)

répartition des marqueurs par chromosome

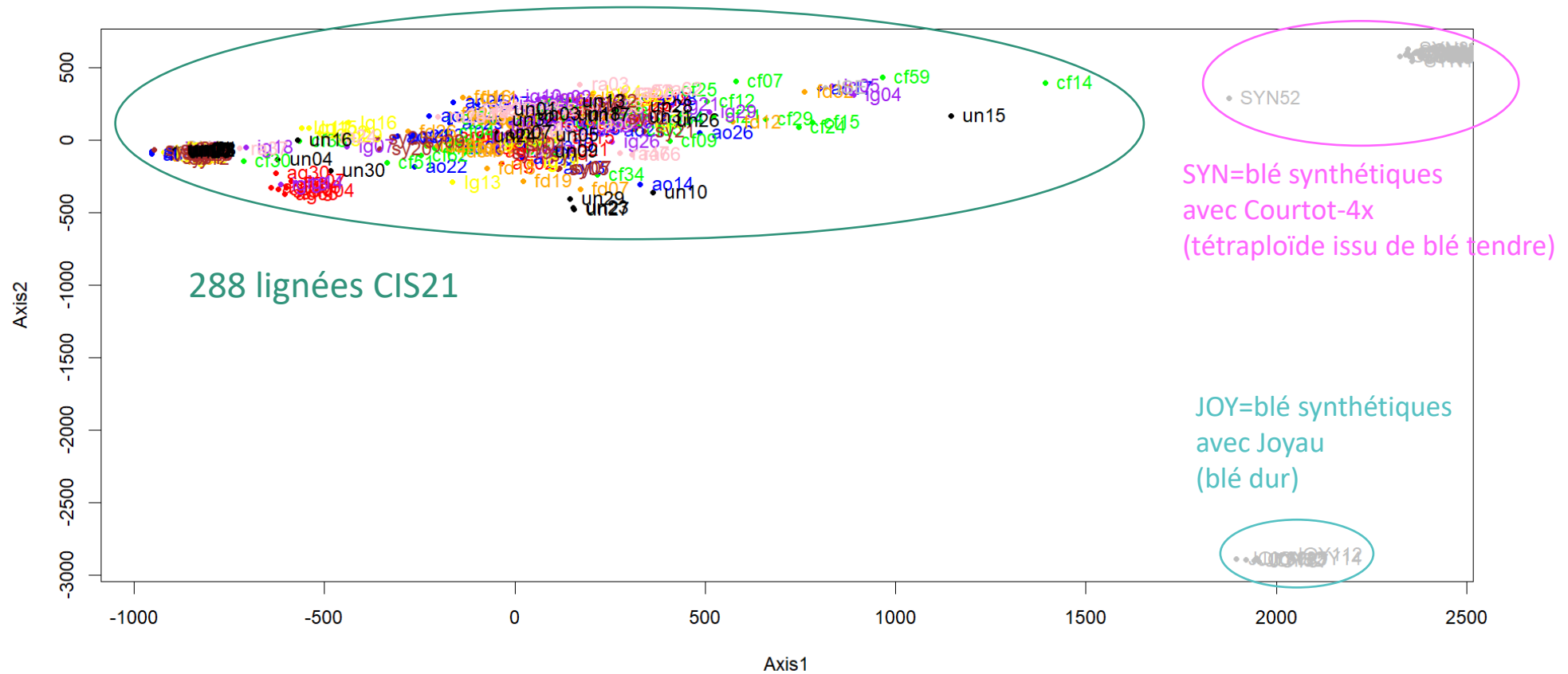


marqueurs gardés  
par génome



# 3- Lignées dérivées des blés synthétiques : PCoA

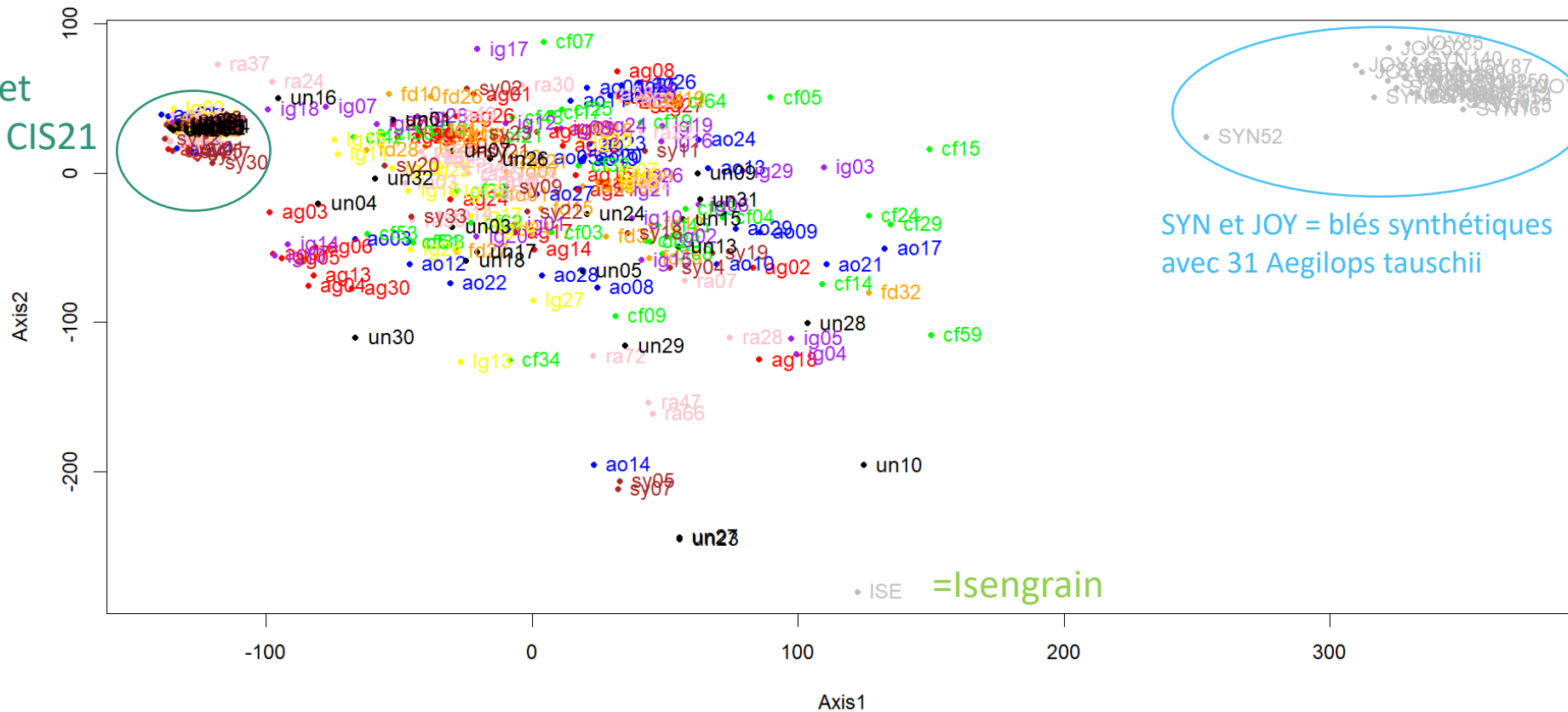
## Principal Coordinates Analysis (7055 SNP)



# 3- Lignées dérivées des blés synthétiques : PCoA

## Principal Coordinates Analysis (970 SNP génome D)

Charger et  
27% des CIS21





# 3- Lignées dérivées des blés synthétiques : GWAS

GWAS en cours sur panels :

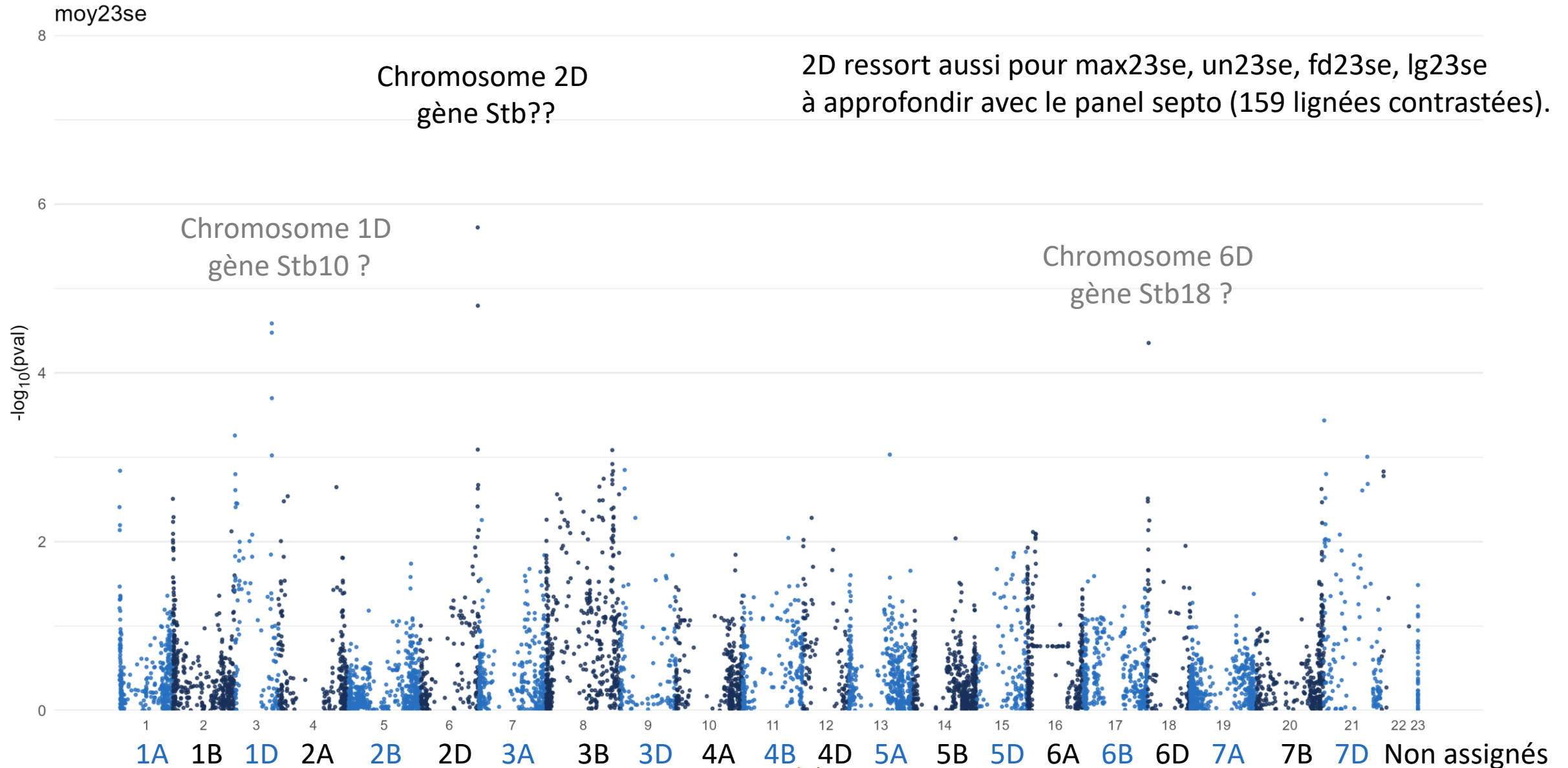
- Agronomique (196 lignées)
- Septoriose (159 lignées)
- Rouille jaune (124 lignées)

Sur autres panels, étude des lignées intéressantes au cas par cas :

- Sécheresse (30 lignées)
- Germination sur pied (30 lignées)
- Carence azotée (30 lignées)



# Manhattan plot – panel agro : Septoriose moyenne



## **INRAE UMR GDEC – UE PHACC**

BÉNÉDIT Stéphane  
BOUGUENNEC Annaïg  
CIVAN Peter  
CHASSIN Alain  
EXBRAYAT-VINSON Florence  
GATEAU Isabelle  
GIROUD Raphaël  
SALSE Jérôme  
SerRE Frédéric

ALBERT Amandine  
BANOUH Meriem  
BAS Honorine  
DUCHEMIN Wandrille  
PLASSE Pauline  
PUREUR Emma  
TÉNART Axelle  
YVONNET Célestine

## **INRAE UMR IGEPP**

PERRONNE Rémi  
ROLLAND Bernard  
TROTOUX Gwenn

LEVER Laëtitia  
MOSSET Marthe

## **NIAB**

BENTLEY Alison  
GARDNER Keith  
WRIGTH Tally



## **Agroscope**

FOSSATI Dario

BERNARD Pauline  
BROQUET Camille

## **Agri-Obtentions**

AUZANNEAU Jérôme  
DUCHALAIIS Laure

## **Florimond-Desprez**

CHOMBART Sylvain  
TAILLIEU Delphine

## **Limagrain**

DUQUE Céline  
LAVERGNE Constance

## **RAGT**

BEUDIN Gabriel  
DUCHALAIIS Laure

## **Syngenta**

OGER Alexis

## **Unisigma**

AVALLE Auberi  
DEBITON Clément  
LEREBOUR Philippe

