

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 ?

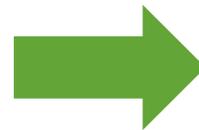
Annaig BOUGUENNEC / INRAE UMR GDEC



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

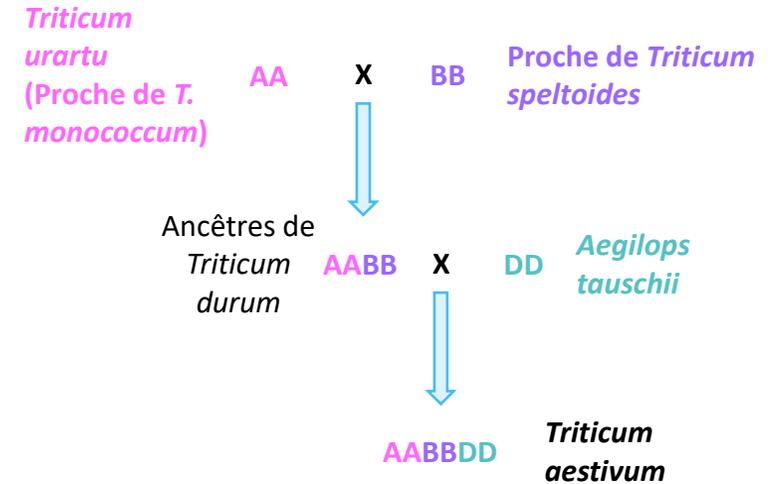
Nécessité de
nouvelle diversité
à explorer



Plusieurs causes à la diminution de diversité

Chez le blé tendre :

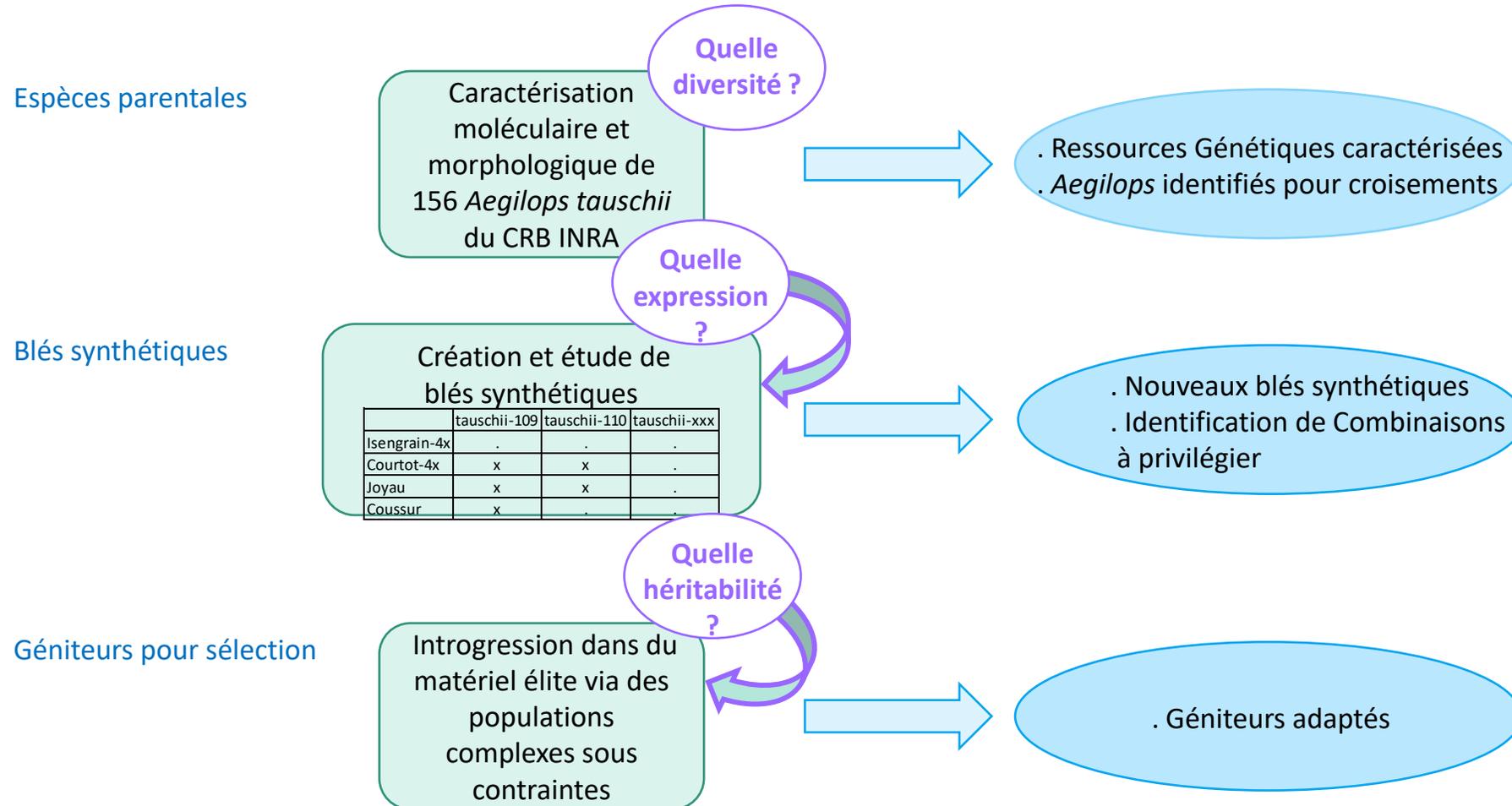
- ❖ plus ou moins lors de la sélection
- ❖ domestication
- ❖ goulot d'étranglement lors de la polyploïdisation
 - en particulier sur génome D moins de diversité
 - alors que très grande diversité des *Ae. tauschii* (grande aire d'extension, zones et climats très variés), diversité génome D des *Ae. tauschii*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



⇒ Objectif: création de « blés synthétiques »



Questions et études à plusieurs niveaux



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

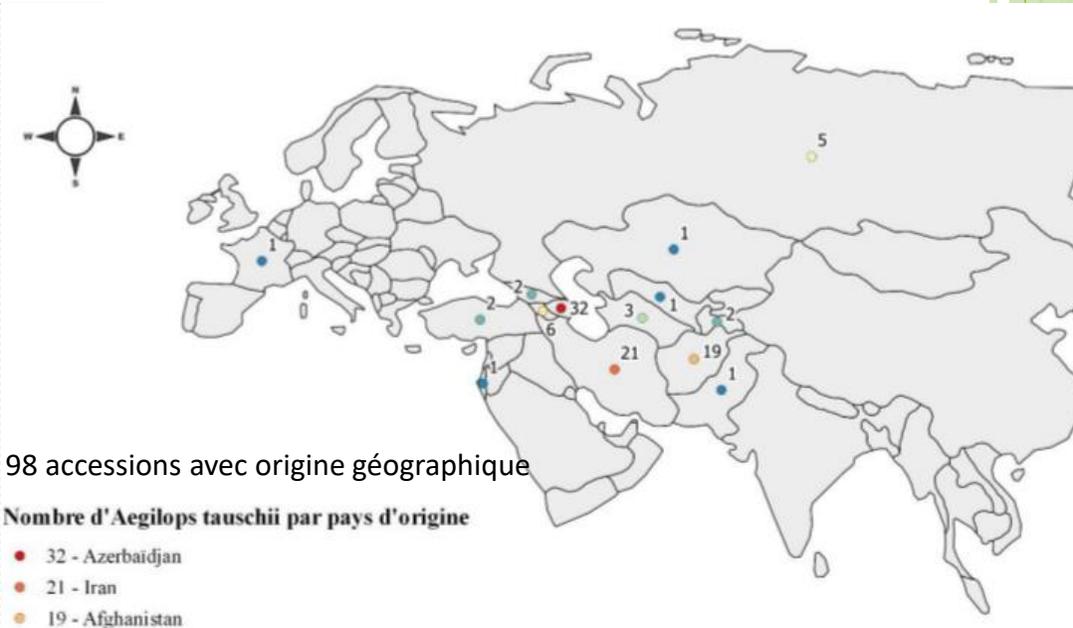
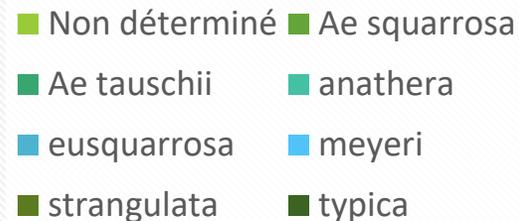
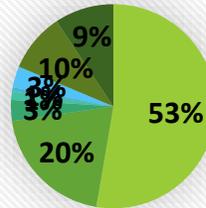
Deux origines, avec peu d'informations :

❖ 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



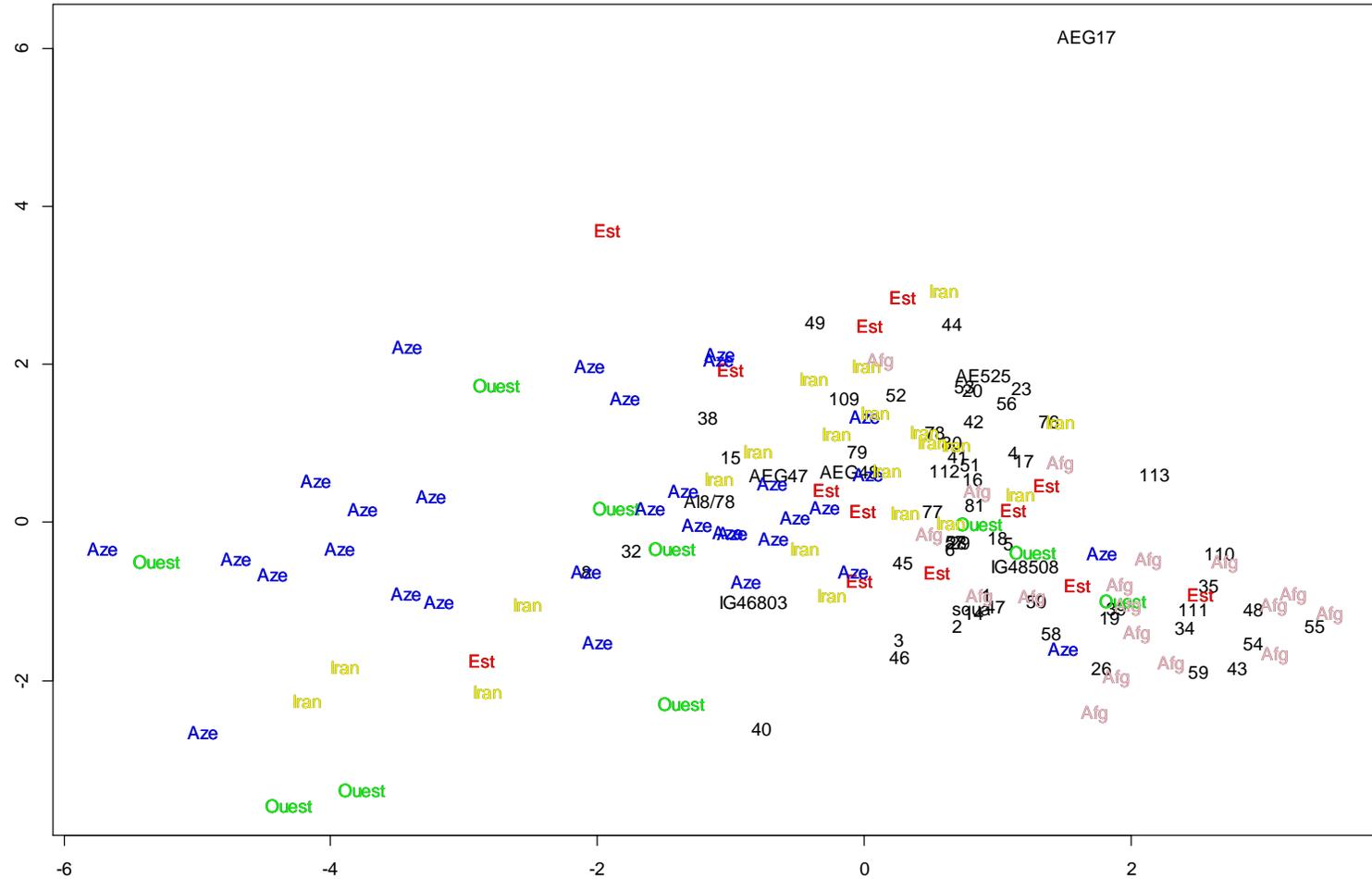
Analyse en Composantes
Principales sur les caractères
agro-morphologiques :

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

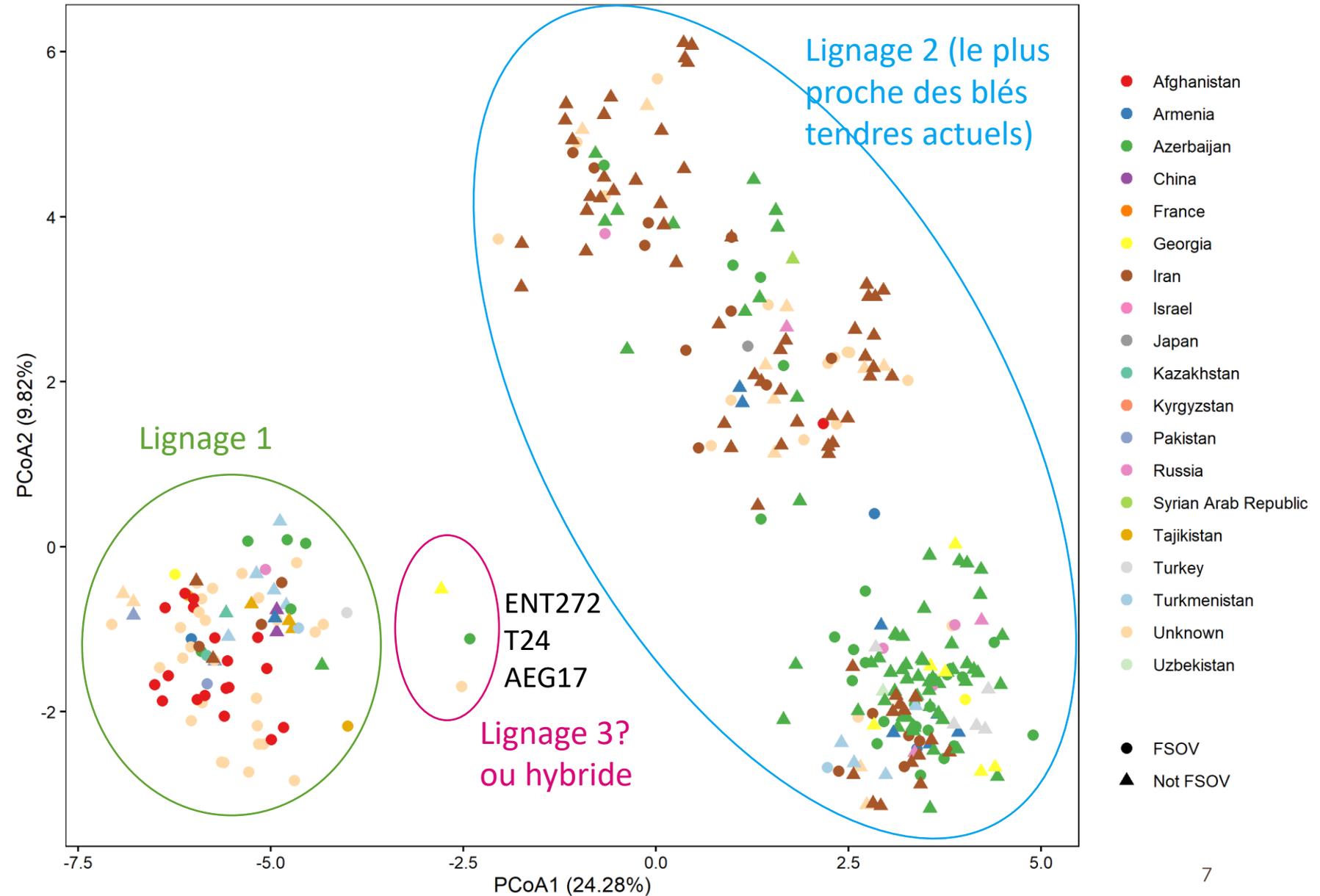
192 marqueurs du NIAB :

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-IGEP 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

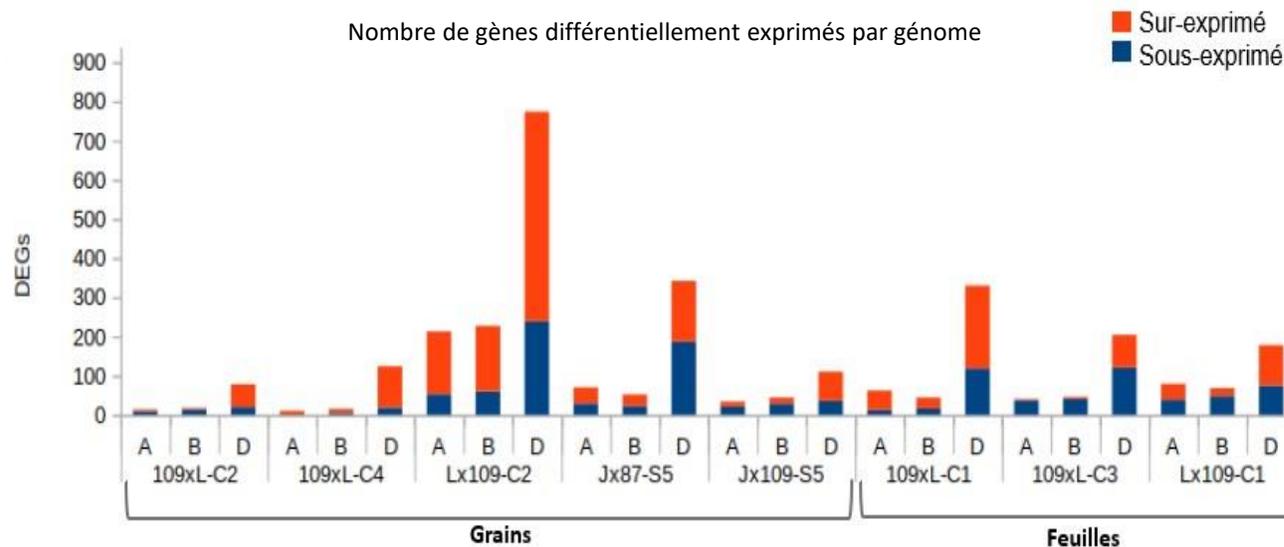
Banouh M., Armisen D., Bouguennec A., Huneau C., Dia Sow M., Pont C., Salse J. et Civaň P. (2023)

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.

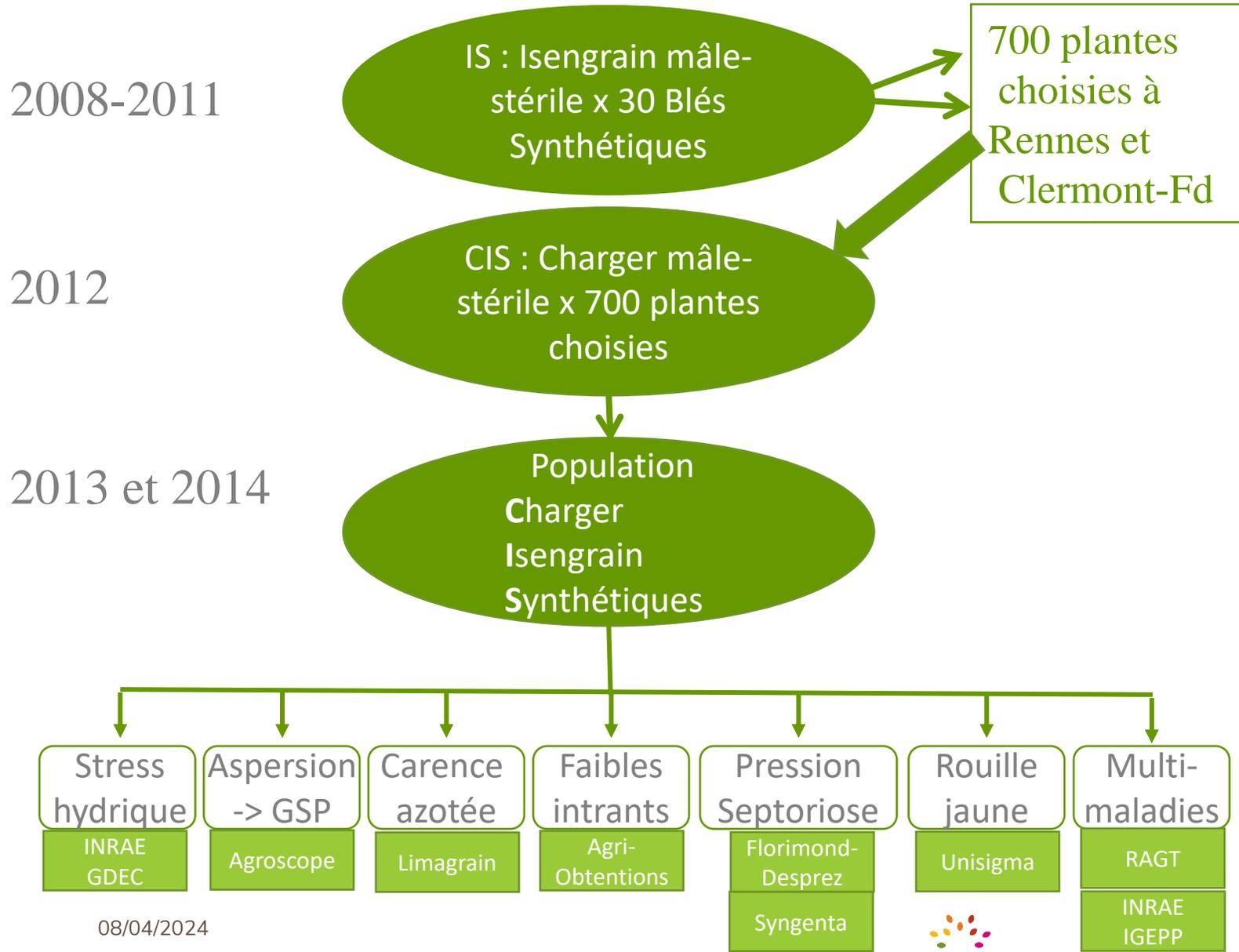
Ces changements sont :

- héritables,
- partiellement reproductibles,

mais le sens de modification d'expression est variable



3- Lignées dérivées des blés synthétiques

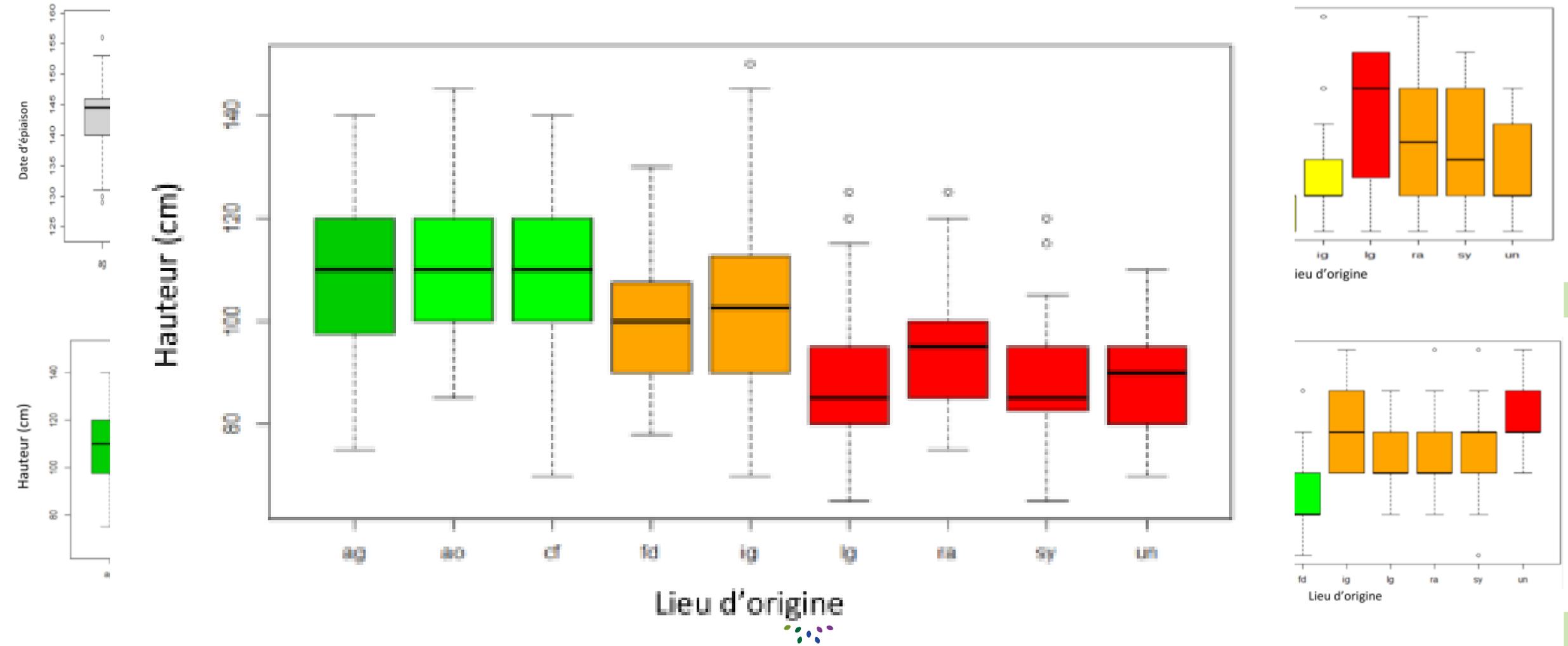


- Population Charger Isengrain Synthétiques
- ⇒ Distribuée aux partenaires
 - ⇒ Soumise à différents stress pendant 3 ans
 - ⇒ Choix de plantes contrastées pour le stress appliqué

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

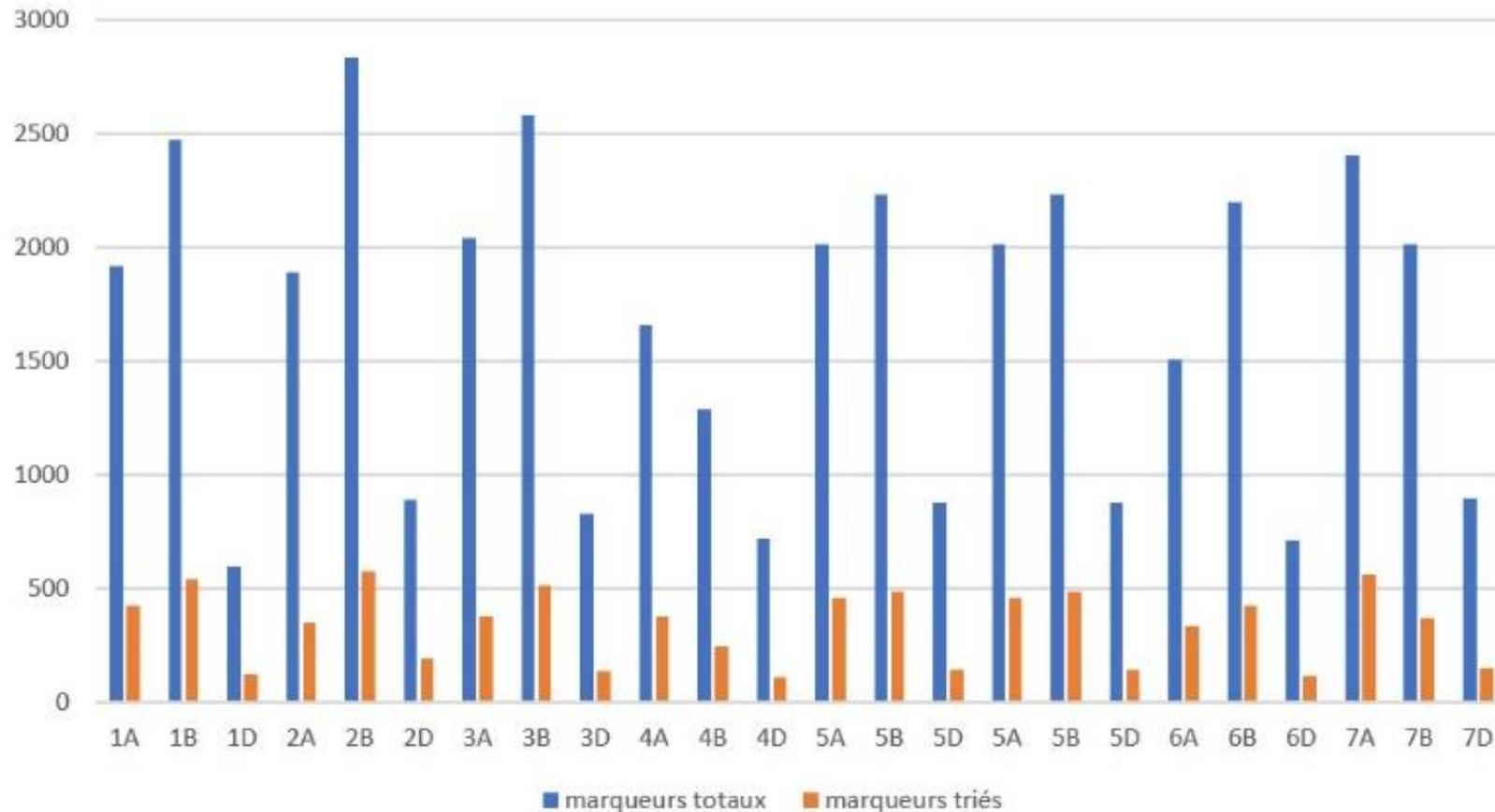


3- Lignées dérivées des blés synthétiques : SNP_{TaBW35K}

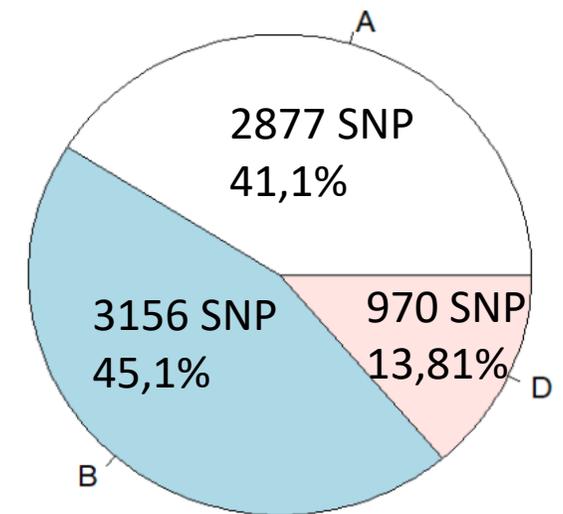
Marqueurs éliminés :

- non reproductibles sur 420K
- trop de données manquantes et OTV (> 10%)
- d'hétérozygotes (> 5%)
- monomorphes
- allèles rares (< 1%)

répartition des marqueurs par chromosome

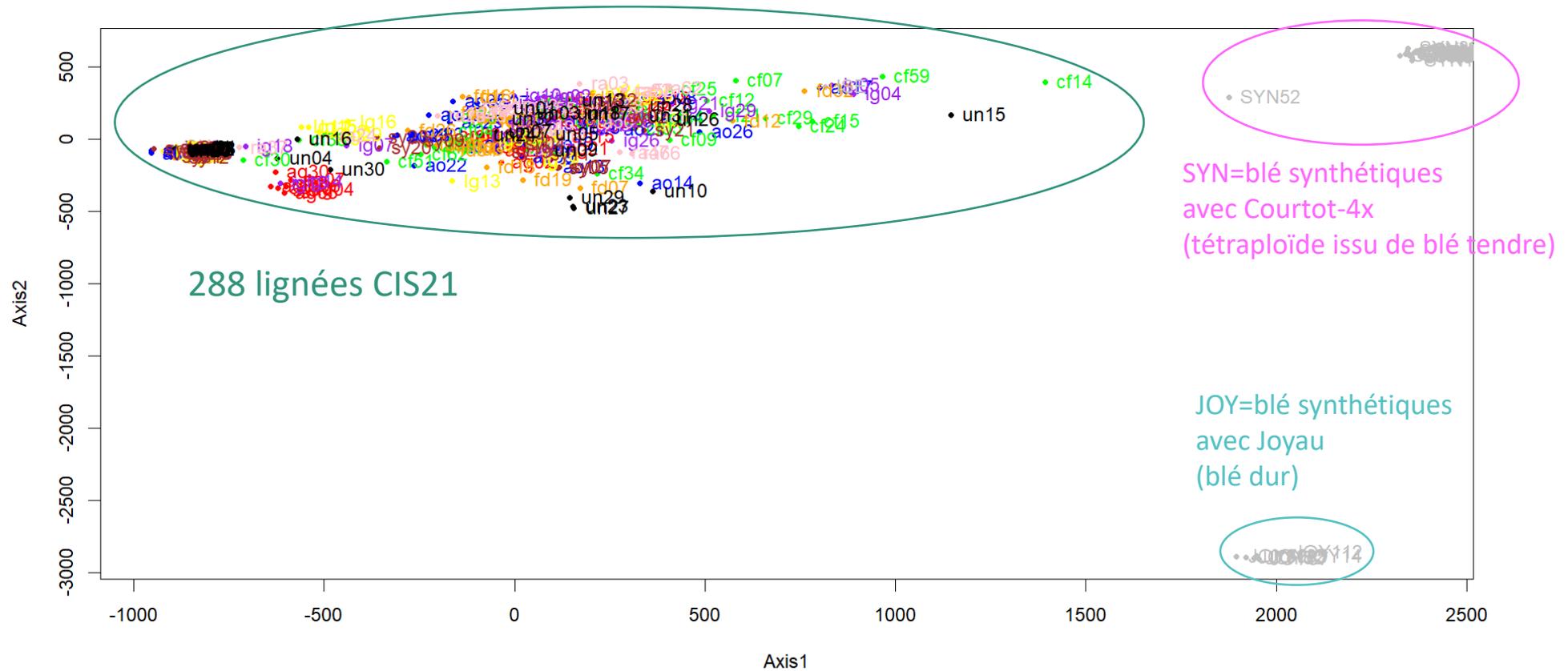


marqueurs gardés
par génome



3- Lignées dérivées des blés synthétiques : PCoA

Principal Coordinates Analysis (7055 SNP)



3- Lignées dérivées des blés synthétiques : GWAS

GWAS en cours sur panels :

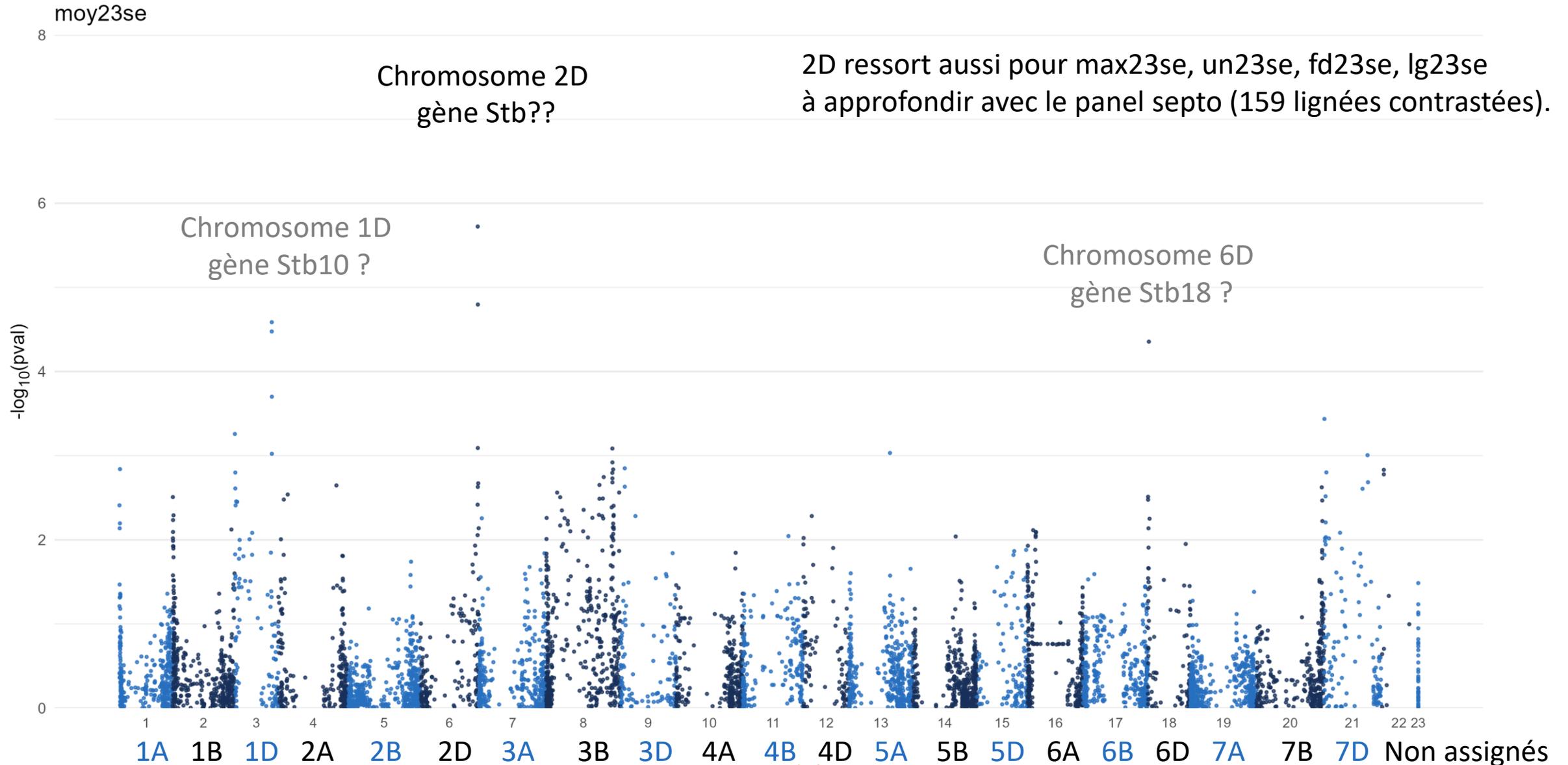
- Agronomique (196 lignées)
- Septoriose (159 lignées)
- Rouille jaune (124 lignées)

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

