

Caractérisation du rythme de développement du blé tendre pour des variétés adaptées aux risques climatiques

François-Xavier OURY

François-Xavier OURY, Michel ROUSSET, Emmanuel HEUMEZ,
Jérôme AUZANNEAU, Jean-Michel DELHAYE, Sébastien DESHAYES,
Sylvie DUTRIEZ, Matthieu FALQUE, David GOUACHE, Pascal GIRAUDEAU,
Christophe MICHELET, Philippe LEREBOUR, Xavier RAFFOUX,
Jayne STRAGLIATI, Stephen SUNDERWIRTH



OBJECTIFS

Le rythme de développement du blé tendre dépend des conditions de milieu et du génotype.

Ce rythme peut permettre à la plante d'échapper à des stress abiotiques (gels tardifs, sécheresse de fin de cycle, etc...).

Une meilleure connaissance du déterminisme génétique de la précocité pourrait permettre de mieux piloter, dans les programmes de sélection, ce type de stratégie d'évitement.

Buts du projet :

- mieux comprendre la variabilité de la précocité, sur un échantillon de lignées adaptées aux conditions de l'agriculture française.
- étudier l'effet de gènes impliqués dans le rythme de développement.

Etude de 126 lignées et variétés au cours des campagnes 2008-2009 et 2009-2010.

Phénotypage

- pépinières et essais micro-parcelles pour évaluer la précocité à la montaison (stade épi 1cm) et la précocité à l'épiaison.
- pépinières à semis décalés (2 dates de semis au printemps) pour évaluer les besoins en vernalisation.
- serre photopériodique (INRA Mons) pour évaluer la sensibilité à la photopériode et la précocité intrinsèque.

Génotypage

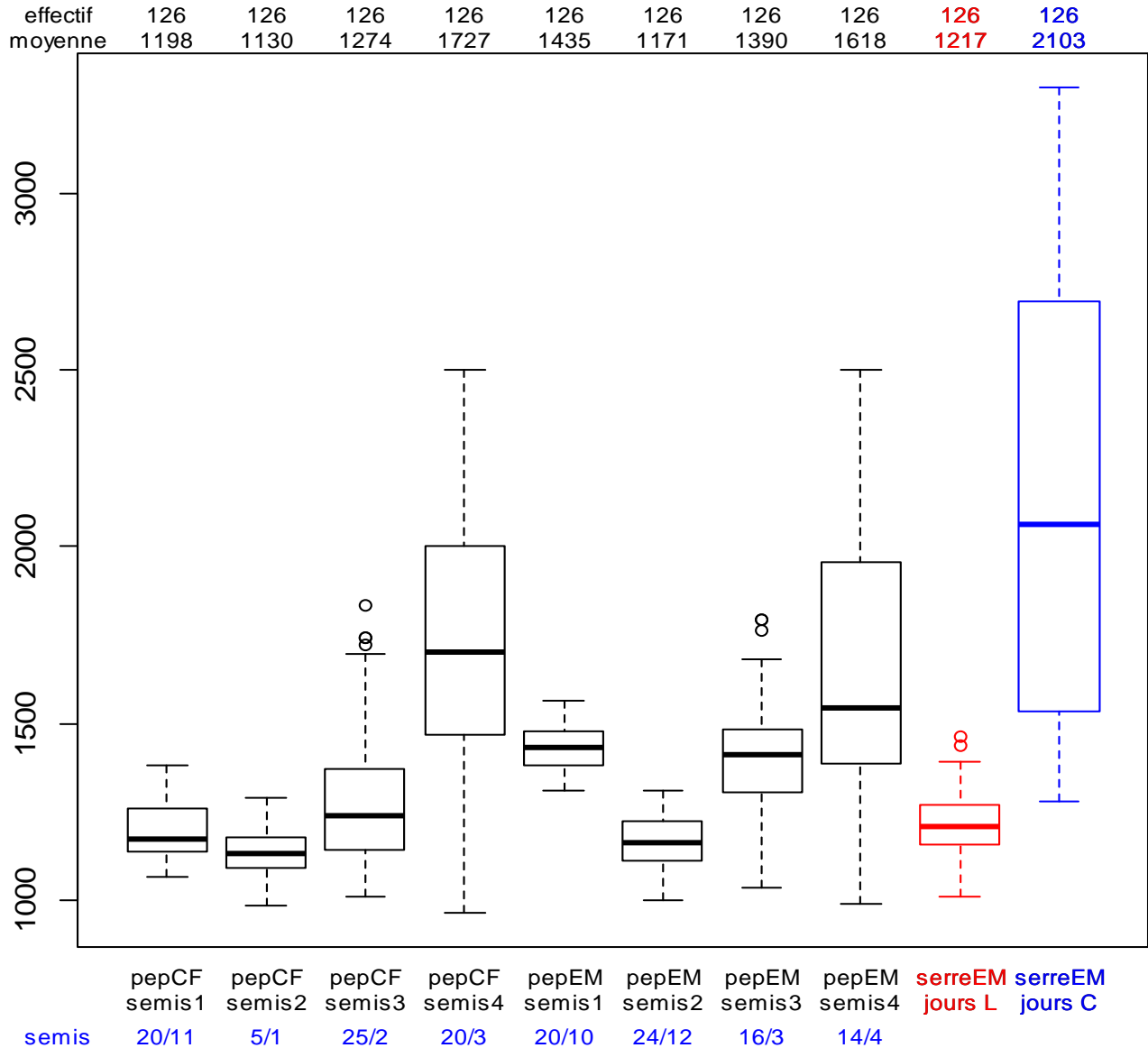
- gène de sensibilité à la photopériode *Ppd-1* (chromosome 2D).
- gènes *Vrn-1* (chromosomes 5A, 5B et 5D) et *FT = Vrn-3* (chromosomes 7A et 7D) impliqués dans les besoins en vernalisation.

Marquage moléculaire

Marqueur	Chromosome	Fréquences alléliques
<i>Ppd-D1</i>	2D	1 = sensible = 75 2 = insensible = 51
<i>Vrn-1A_{prom}</i>	5A	1 = printemps = (3) 2 = hiver = 109 + (4) 3 = hiver = 10 + (1) 4 = hiver = (2) 5 = printemps = 2
<i>Vrn-1A_{ex7}</i>	5A	1 = hiver = 101 + (6) 2 = printemps = 19 + (6)
<i>Vrn-1B_{int1}</i>	5B	1 = hiver = 123 2 = printemps = 3
<i>Vrn-1D_{int1}</i>	5D	1 = hiver = 126 2 = 0
<i>FT</i> = <i>Vrn-3A_{int2}</i>	7A	1 = 46 2 = 78 NA = 2
<i>FT</i> = <i>Vrn-3D_{ex3}</i>	7D	1 = 112 + (1) 2 = 6 + (1) NA = 7

Composantes de la précocité

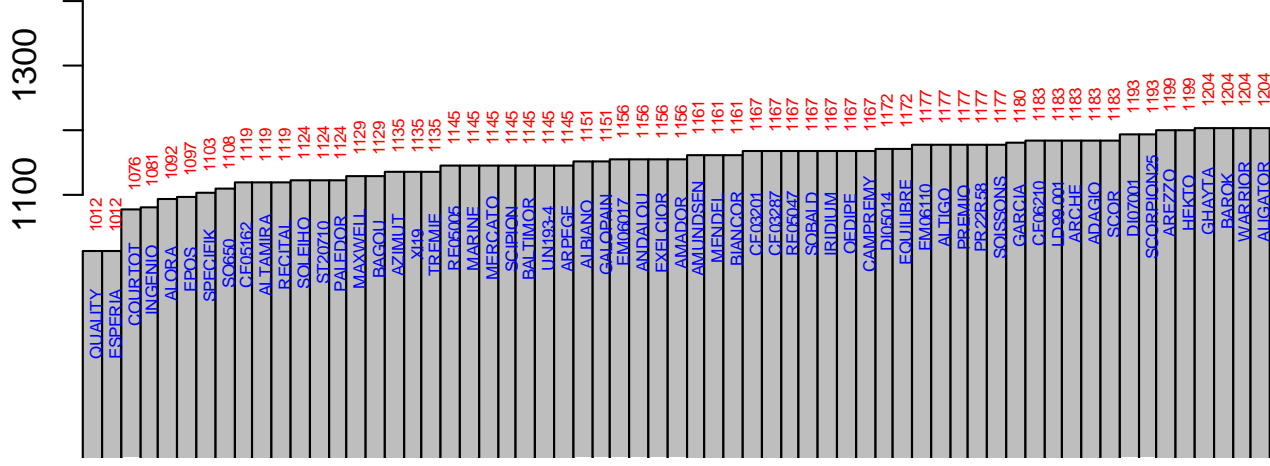
Experimentations 2009 (semis decales + serre photoperiodique)



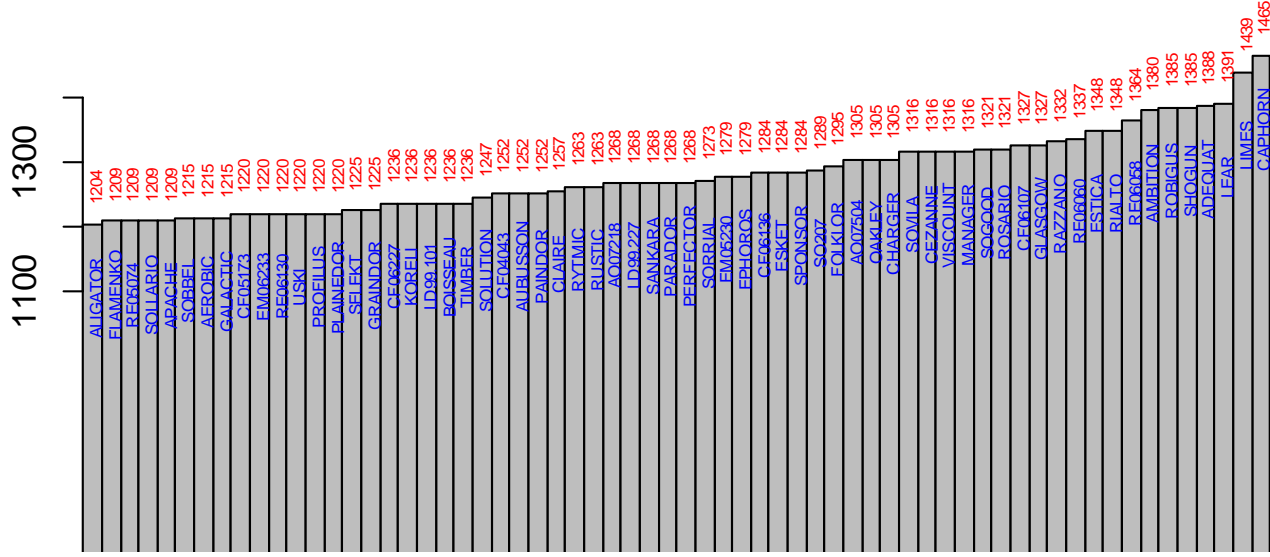
Composantes de la précocité

PRECOCITE INTRINSEQUE

epiaison en jours longs (°C.jour)



epiaison en jours longs (°C.jour)



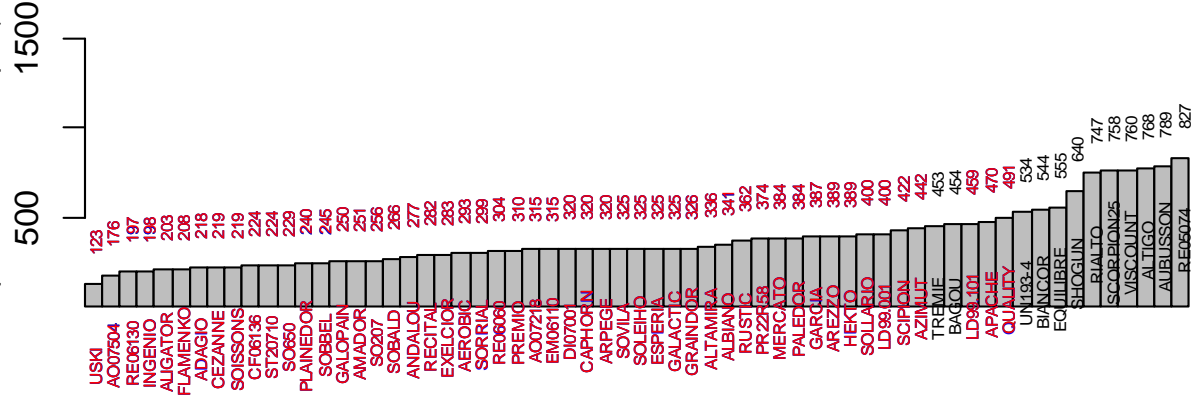
Pas d'effet des gènes *Ppd1*, *Vrn1* et *FT* sur la précocité intrinsèque.

Composantes de la précocité

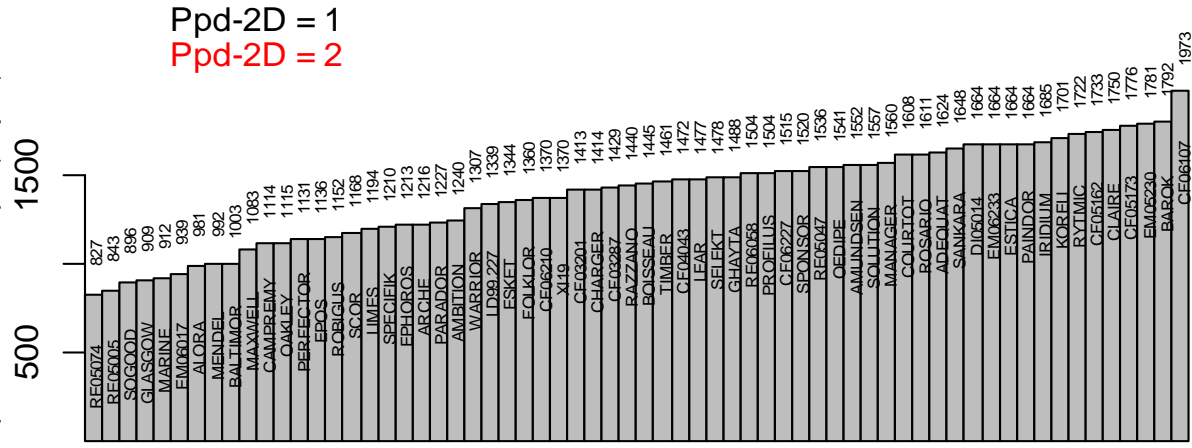
SENSIBILITE A LA PHOTOPERIODE

(serre photoperiodique EM :Jours Courts - Jours Longs)

epiaison en jours courts (°C.jour)
- precocite intrinseque (°C.jour)



epiaison en jours courts (°C.jour)
- precocite intrinseque (°C.jour)



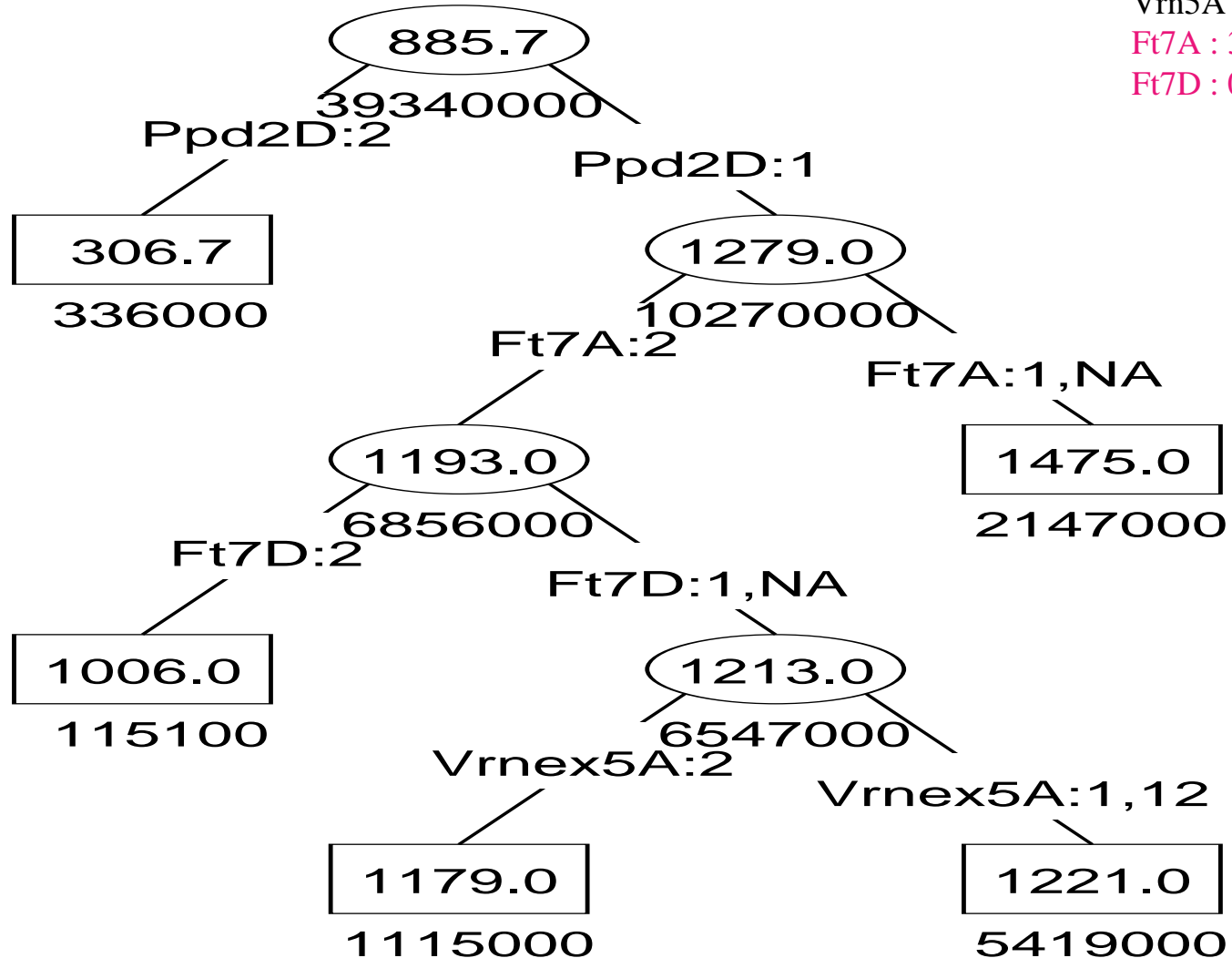
Ppd-2D = 1
Ppd-2D = 2

Composantes de la précocité

SENSIBILITE A
LA
PHOTOPERIODE

EPIAISON serre EM (JC-JL): reduction de deviance = 76.8 %

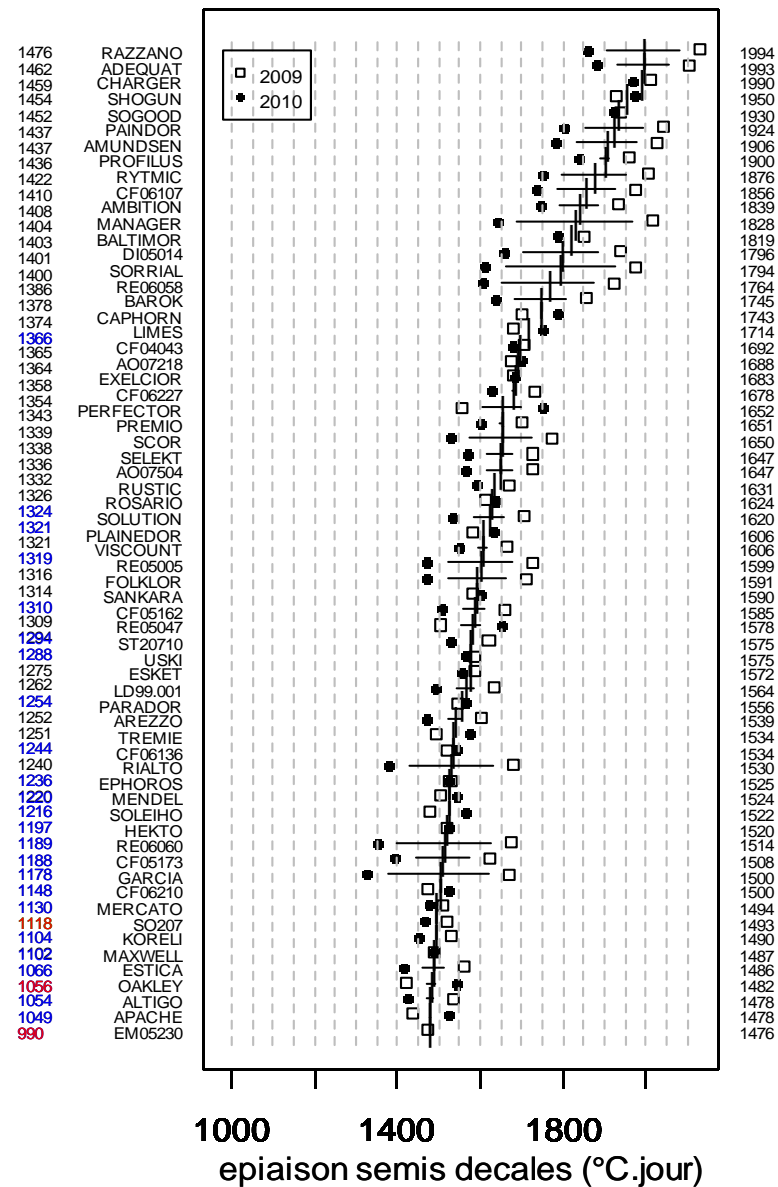
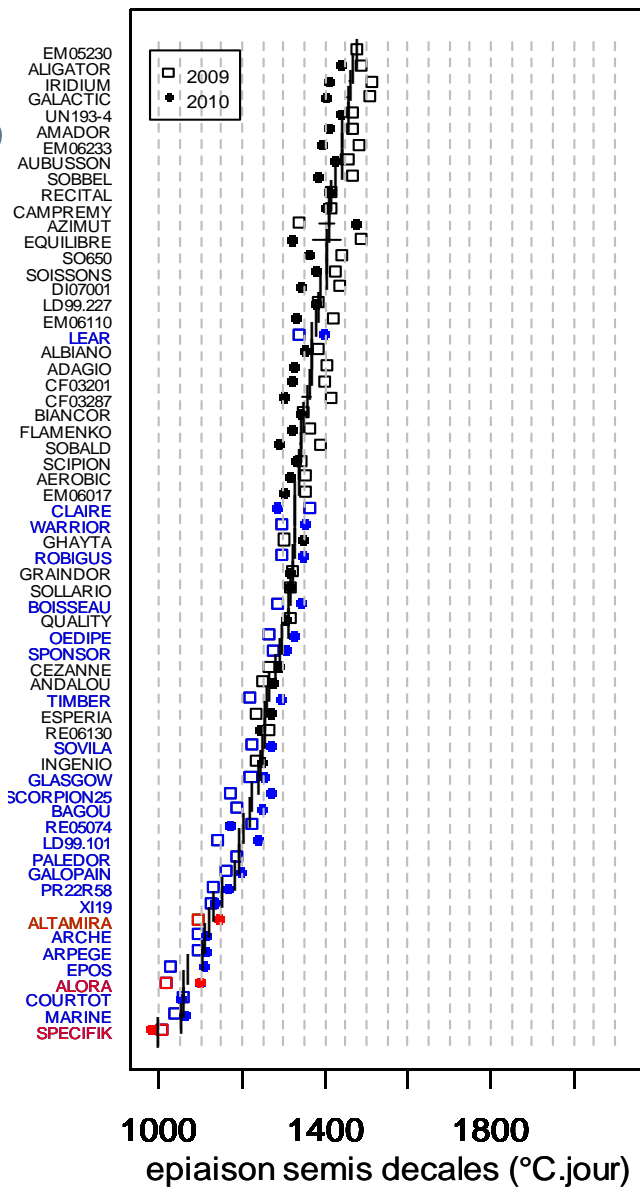
Ppd2D : 73%
Vrnex5A : 0.1%
Vrn5A : 0%
Ft7A : 3.2%
Ft7D : 0.5%



Pépinières à semis de printemps de Clermont et Mons en 2009 et 2010.

Composantes de la précocité

BESOINS EN VERNALISATION



$$Vrn1ex7-5A = 2$$

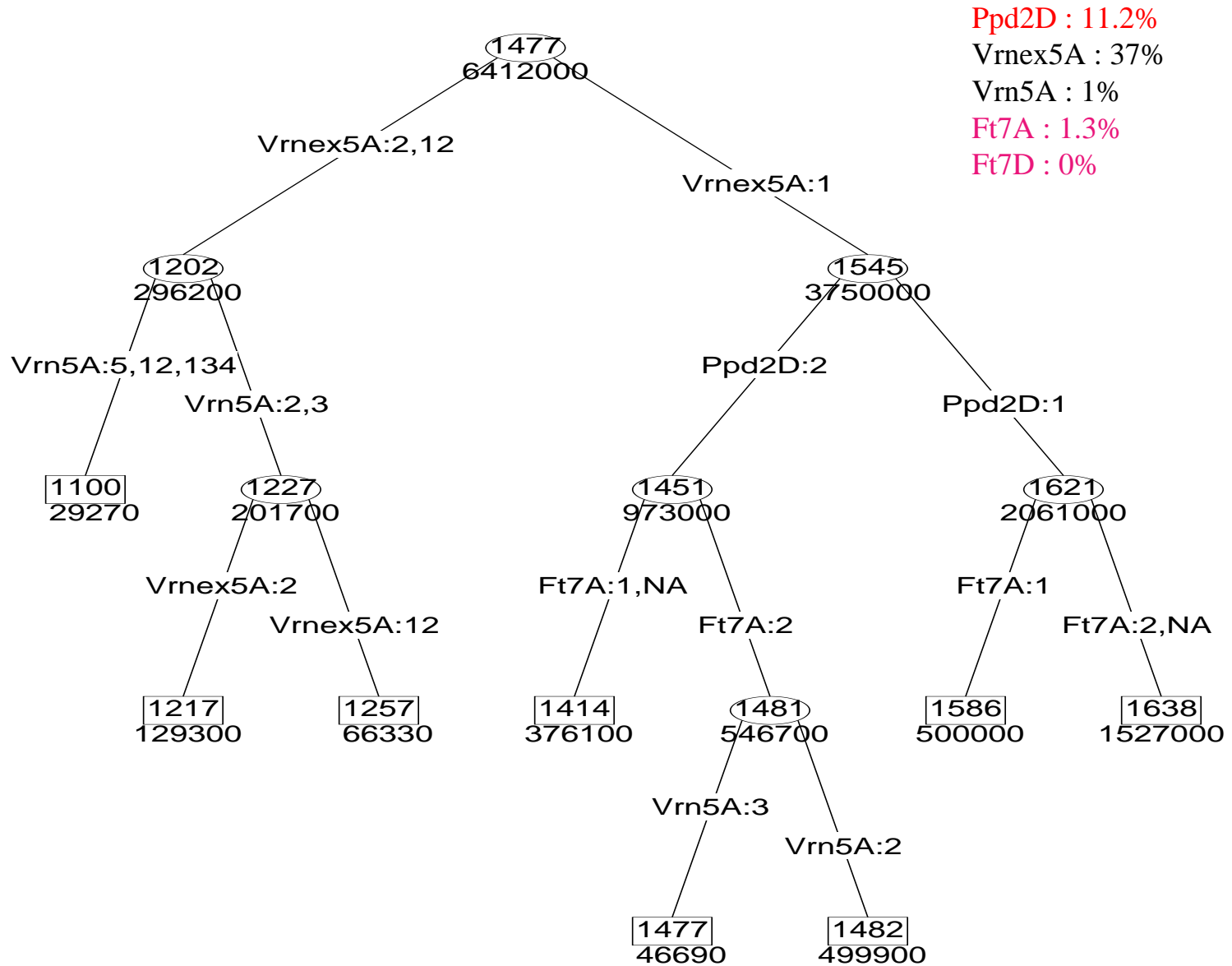
$$Vrn1-5B = 2$$

1994
1993
1990
1950
1930
1924
1906
1900
1876
1856
1839
1828
1819
1796
1794
1764
1745
1743
1714
1692
1688
1683
1678
1652
1651
1650
1647
1647
1631
1624
1620
1606
1606
1599
1591
1590
1585
1578
1575
1575
1572
1564
1556
1539
1534
1534
1530
1525
1524
1522
1520
1514
1508
1500
1500
1494
1493
1490
1487
1486
1482
1478
1478
1476

Composantes de la précocité

BESOINS EN
VERNALISATION

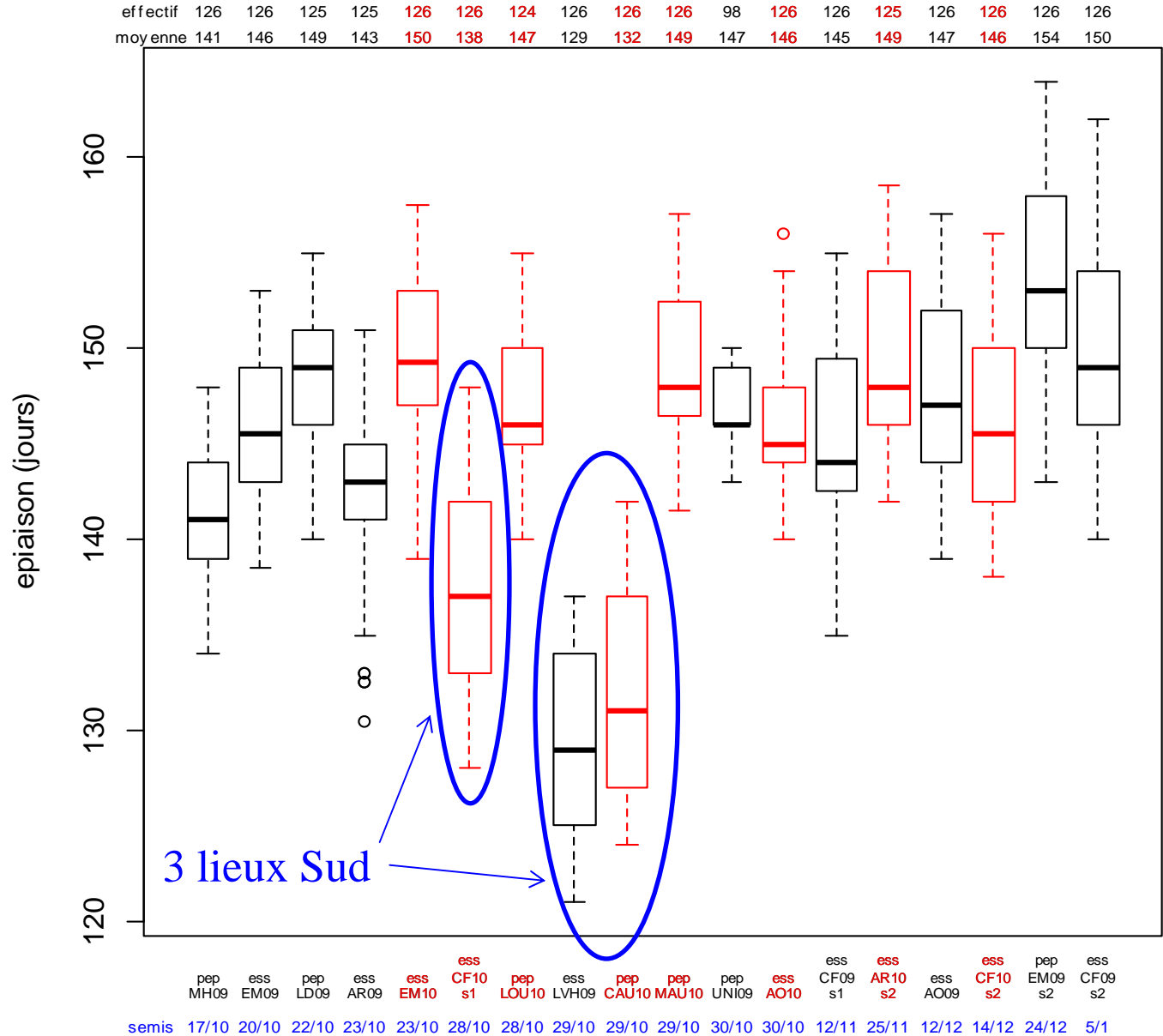
EPIAISON semis de printemps: reduction de deviance = 50.5 %



Précocité à l'épiaison

Semis d'automne

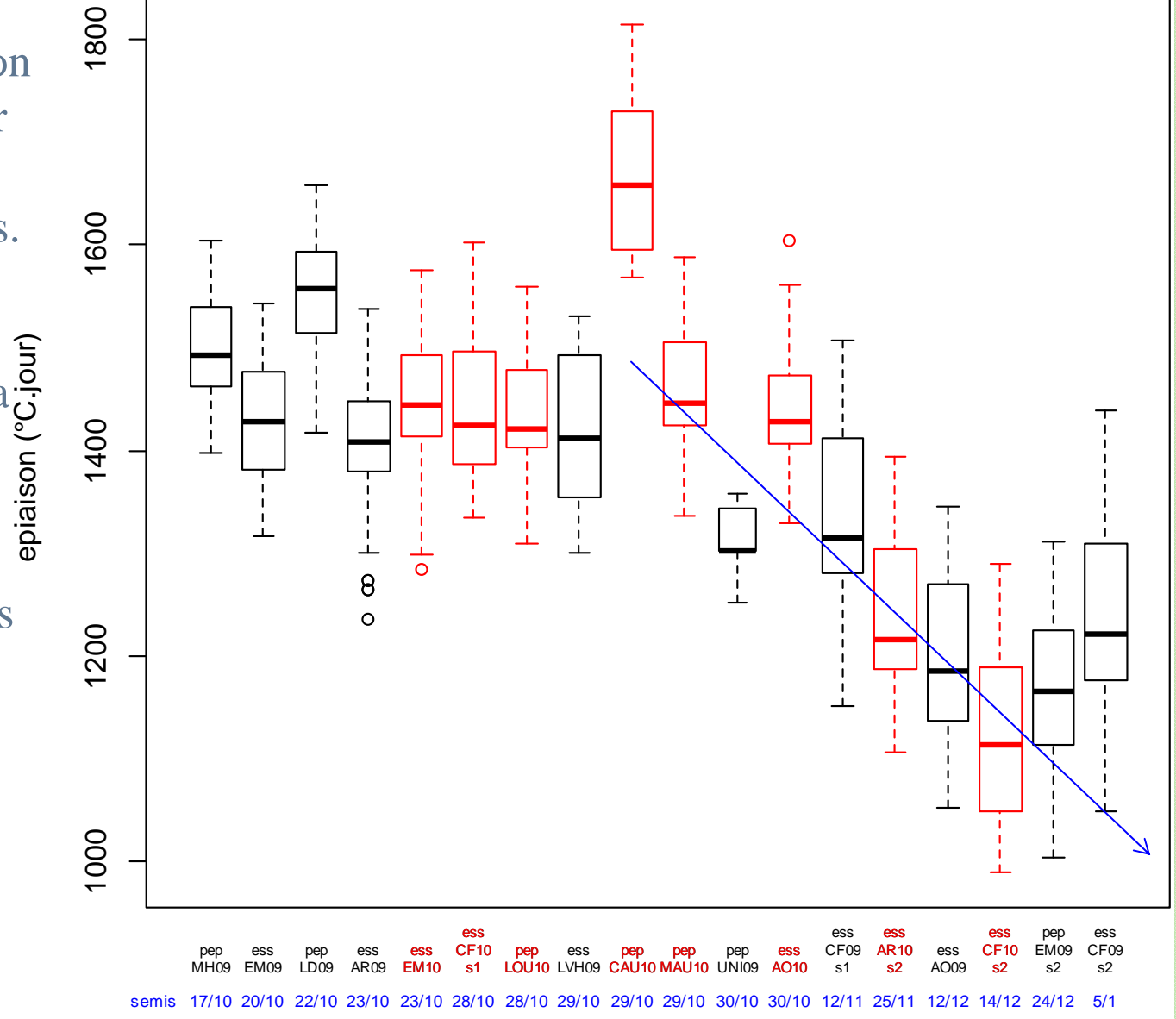
Pas de décalage important de l'épiaison exprimée en jours pour les semis tardifs (sauf pour 3 sites Sud).



Précocité à l'épiaison

Semis d'automne

effectif	126	126	125	125	126	126	124	126	126	98	126	126	125	126	126	126	126	
moyenne	1500	1430	1554	1407	1452	1446	1437	1420	1664	1463	1315	1442	1336	1237	1193	1125	1171	1238



Les valeurs d'épiaison exprimées en °C.jour diminuent fortement pour les semis tardifs.

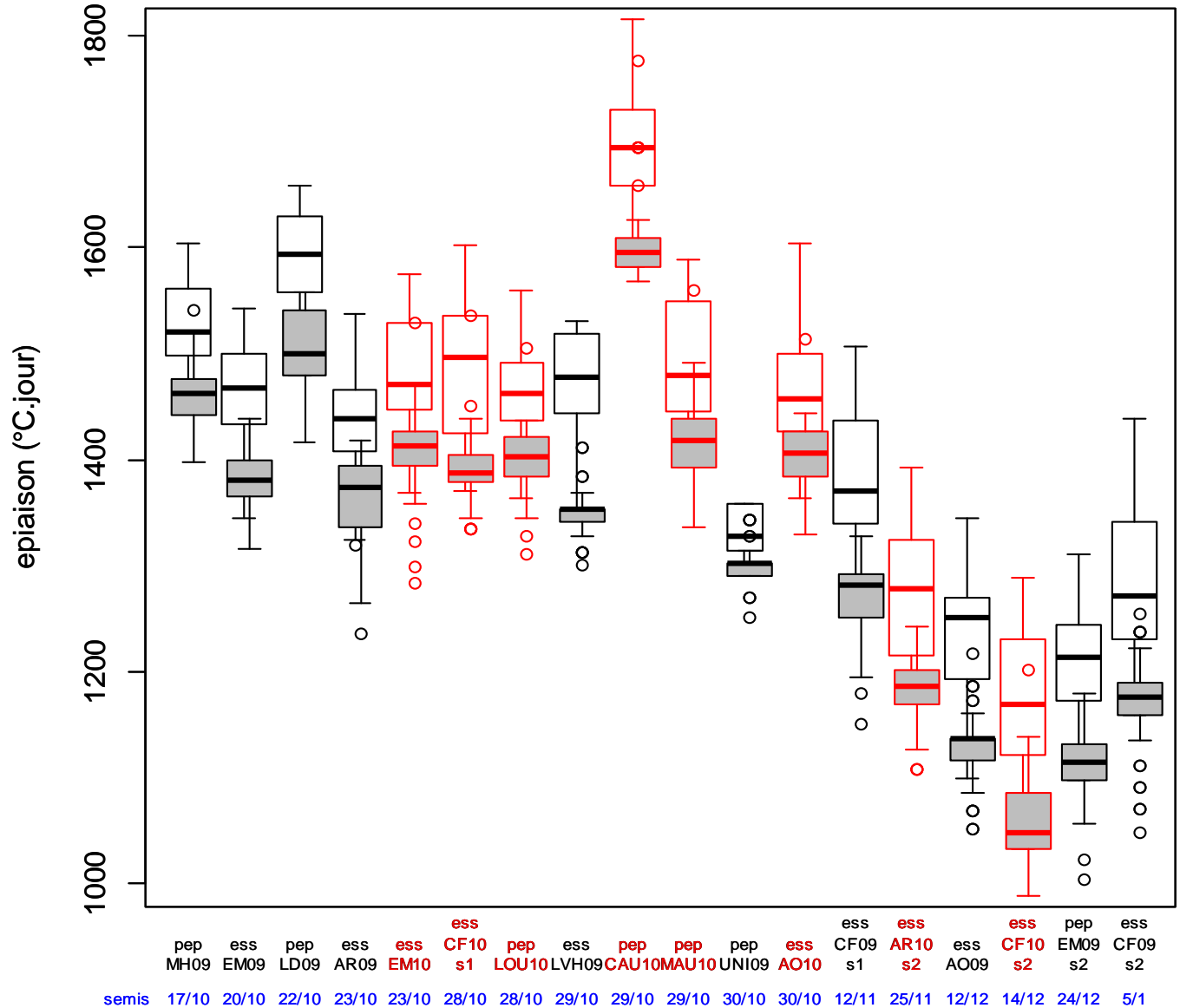
Entre la levée et le stade épi 1cm, on n'a pas un simple cumul des températures, mais un cumul modulé par des freins (valeurs comprises entre 0 et 1) qui dépendent de la photopériode et du degré d'avancement de la vernalisation.

Précocité à l'épiaison

Semis d'automne

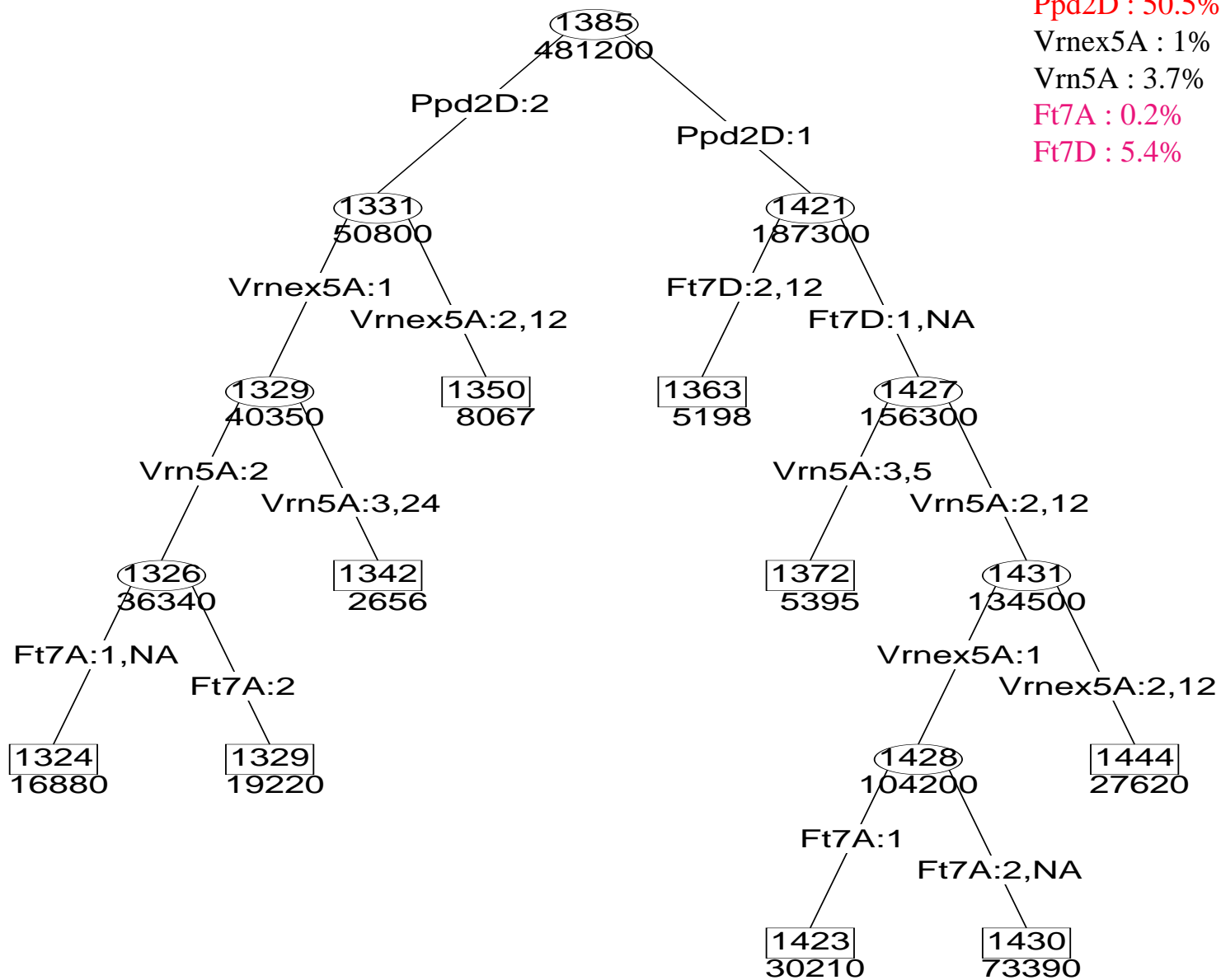
moyenne Ppd2D=1	1528	1461	1588	1439	1482	1483	1463	1469	1702	1492	1331	1468	1383	1275	1237	1171	1208	1285
moyenne Ppd2D=2	1459	1385	1503	1360	1407	1391	1400	1349	1608	1420	1300	1402	1267	1179	1129	1056	1116	1168

Les freins vernalo-photothermiques fonctionnent de la même façon quel que soit l'allèle au gène *Ppd1-2D*.



Précocité à l'épiaison

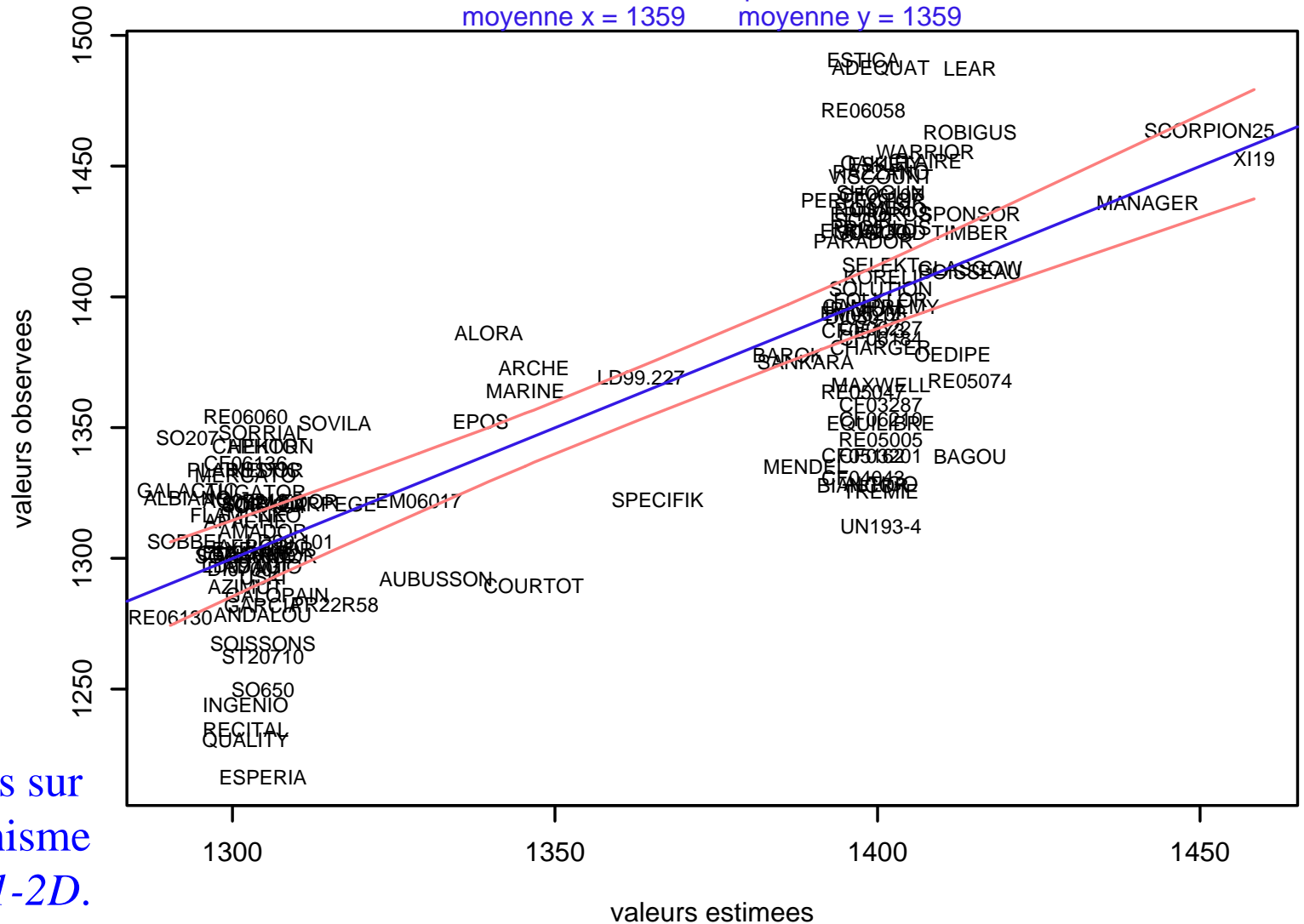
EPIAISON semis d'automne: reduction de deviance = 60.8 %



Prédiction de la précocité à l'épiaison par régression PLS

variables explicatives = allèles aux gènes de développement

meilleur modele: 3 composantes (NSD: 1) SD = 64.34 SEC = 38.95
effectif = 117 r2 = 0.62 representation de X = 49 %
moyenne x = 1359 moyenne y = 1359

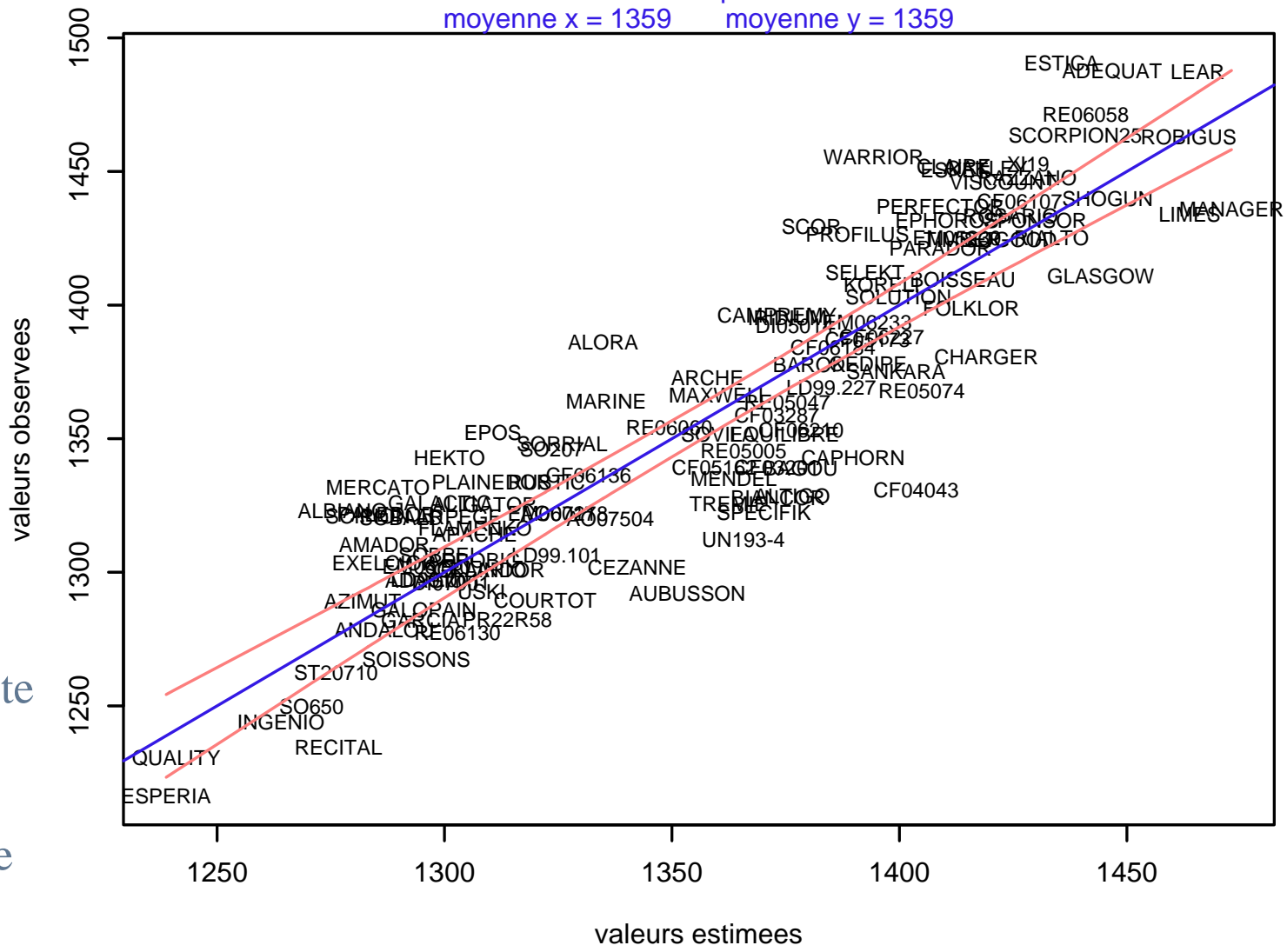


Modèle très imparfait: 2 groupes basés sur le polymorphisme au gène *Ppd1-2D*.

Prédiction de la précocité à l'épiaison par régression PLS

variables explicatives = allèles aux gènes de développement + précocité intrinsèque

meilleur modele: 3 composantes (NSD: 2) SD = 64.34 SEC = 27.53
 effectif = 117 r2 = 0.81 representation de X = 47.1 %
 moyenne x = 1359 moyenne y = 1359



Modèle bien meilleur lorsqu'on rajoute la précocité intrinsèque comme variable explicative.

CONCLUSIONS

- les allèles de *Ppd-1*, *Vrn-1* et *FT* expliquent une part importante de la variabilité de 2 composantes de la précocité (sensibilité à la photopériode et besoins en vernalisation).
- le polymorphisme à l'exon 7 de *Vrn1-5A* apparaît déterminant pour la définition des types « printemps » et « hiver » dans le cas des lignées adaptées à l'agriculture française.
- la précocité intrinsèque est un paramètre important pour bien prédire le rythme de développement, mais son déterminisme génétique est très peu connu.