

Mosaïques de l'orge :
Identification des virus prédominants
impactant sur le rendement et la qualité
technologique, en vue d'orienter la
sélection vers une résistance durable

Valérie CADOT
GEVES



*Programme CASDAR CTPS 2013-2016
soutenu par le Ministère de l'Agriculture*

Partenariat



Organismes stockeurs :
Axeréal, Dijon Céréales,
Emc², Lorca, Soufflet
Agriculture, Vivescia,



Les mosaïques de l'orge : Virus incriminés



BaYMV	<i>Barley Yellow Mosaic Virus</i>	Virus de la mosaïque jaune
BaMMV	<i>Barley Mild Mosaic Virus</i>	Virus de la mosaïque modérée

Vecteur : Champignon du sol : *Polymyxa graminis*

Situation jusqu'à 2000:

BaYMV : 2 pathotypes majeurs dans l'UE :

- **Y1** : - détecté fin des années 1970
- **prépondérant en 1990-2000**
- **pertes de rendement élevées (>50%)**
- Quasi 100 % variétés résistantes en 2000 (*rym4*)
- **Y2** : - détecté dans les années 1990 (Huth, 1989)
- **pertes de rendement supposées faibles (3-5%)**
- quelques variétés fourragères résistantes (*rym5*)

7 pathotypes décrits au Japon (Nomura et al, 1996)

...mais 18 gènes de résistances.



Mosaïques de l'orge en 2000

« = BaYMV **Y1**+BaMMV ,
=BaYMV **Y2** +BaMMV
Hariri (2000)



Récentes évolutions du contexte



Augmentation de la fréquence et de la surface des parcelles touchées



Constat partagé dans les 4 régions brassicoles: Berry, Bourgogne, Lorraine, Champagne-Ardennes

Agressivité accrue

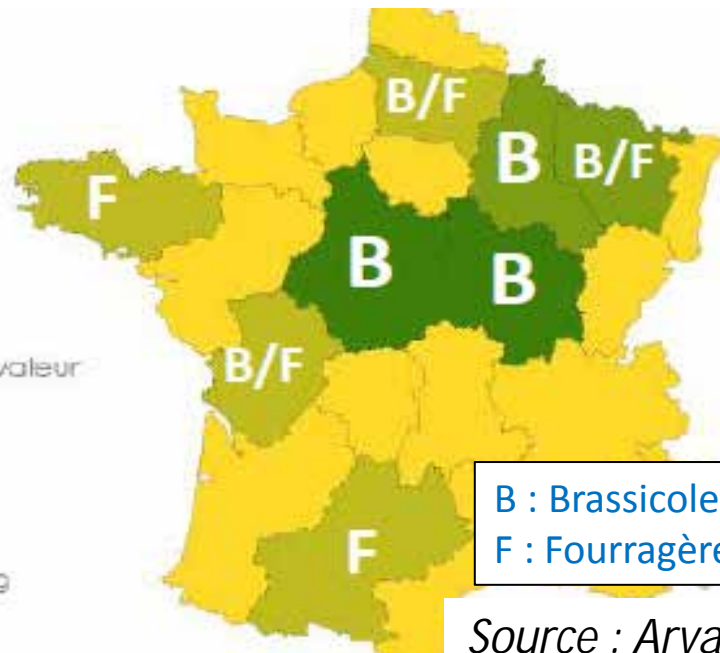
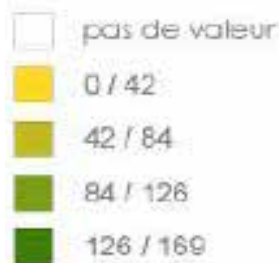
Symptômes sur variétés résistantes *rym4*

Difficulté de détection pour le CTPS avec les sérums anti BaYMV et BaMMV

Description de nouveaux génotypes viraux présents en Allemagne et dans la Marne

Y2 devenu majoritaire en Allemagne en 2012

Surface en Orge d'hiver (ha x 1000) en 2011



Source : Arvalis





Problématiques exprimées par la filière orge brassicole



1. Nécessité de disposer d'une **cartographie actualisée** des mosaïques sur orge
2. **Besoin d'outils** pour identifier et détecter les **virus** et différents **pathotypes prédominants**
3. Nécessité de **mesurer l'impact** de ces virus prédominants **sur le rendement** et sur la **qualité technologique**
4. Comment intensifier **la sélection** de variétés d'orge **avec une résistance durable** aux différents pathotypes ?



Objectifs du programme

Action 1 : Identification et cartographie des virus responsables des mosaïques de l'orge

- Pilote : BioGEVES (Mathieu Rolland)
- Partenaire : INRA, JKI, IFBM, Arvalis

Action 2 : Etude de l'impact agronomique de ces virus prédominants sur les pertes de rendement et résistance variétale

- Pilote : Arvalis (Michel Bonnefoy)
- Partenaire : UFS, GEVES, OS

Action 3 : Etude de l'impact de ces virus prédominants sur la qualité technologique

- Pilotes : Malteurs & Brasseurs de France (Christian Leveau - Luc Didierjean)
- Partenaire : IFBM

Action 4 : Coordination, suivi et synthèse

- Pilote : GEVES (Valérie Cadot)



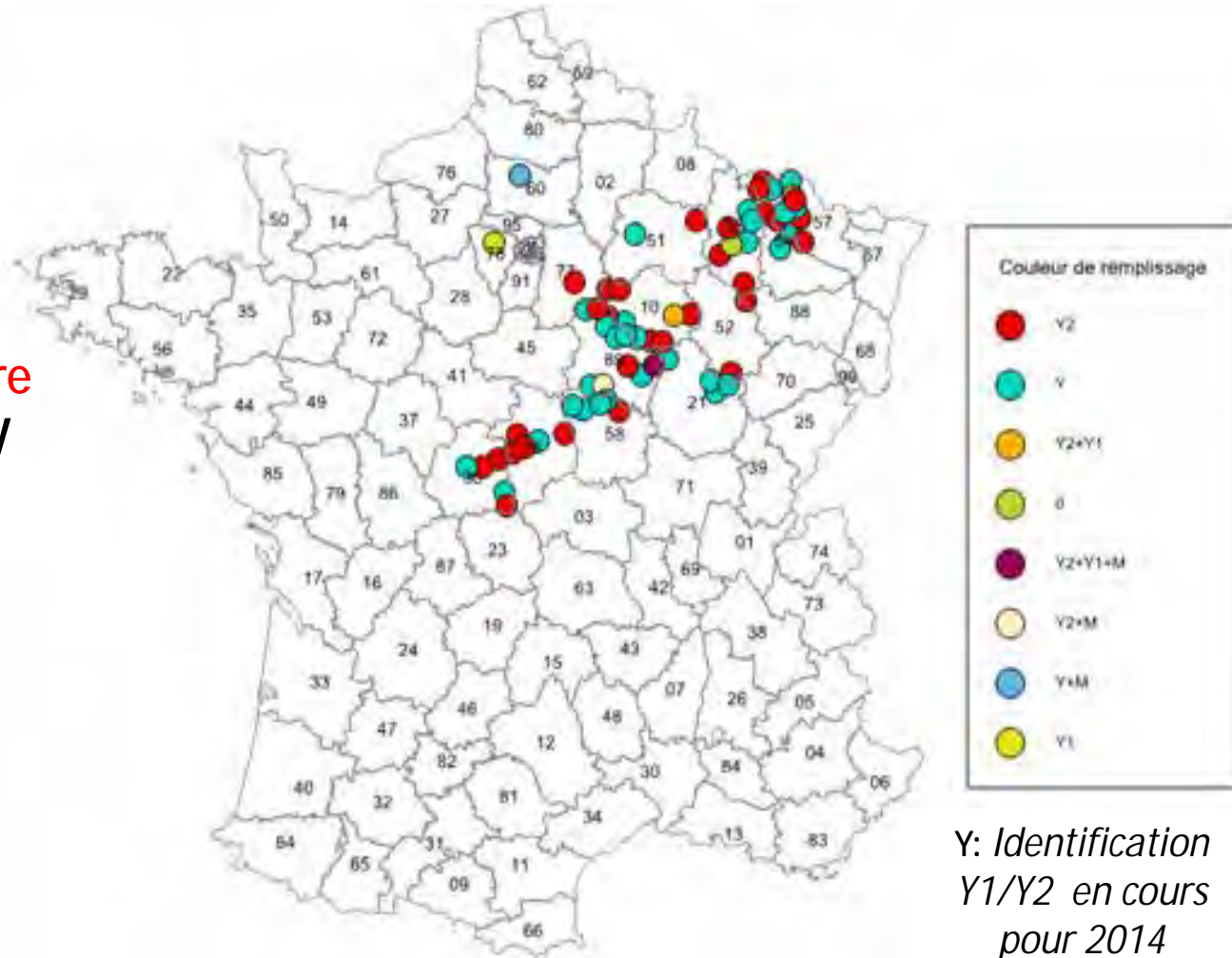
Action 1 : Identification et cartographie des virus responsables des mosaïques de l'orge

- 355 prélèvements enregistrés sur 108 communes en 2 années 2013-2014 :
 - 37 en Allemagne
 - 318 en France
- Outils pour détecter ou identifier les virus :
 - PCR + séquençage ciblé Sanger (BioGEVES) : 2013
 - Test Elisa (GEVES-SNES, JKI)
 - Métagénomique (INRA) : séquençage complet, pouvant identifier de nouveaux virus
 - **Outil moléculaire à définir pour différencier BaYMV Y1/Y2 (BioGEVES)**



Action 1 : Identification et cartographie des virus responsables des mosaïques de l'orge

- Départements les plus collectés en 2013-2014 : 10, 18, 36, 55, 57, 89
- **BaYMV Y2 majoritaire** par rapport à BaYMV Y1 ou BaMMV ou à des associations
- Cartographie à compléter avec les échantillons 2015



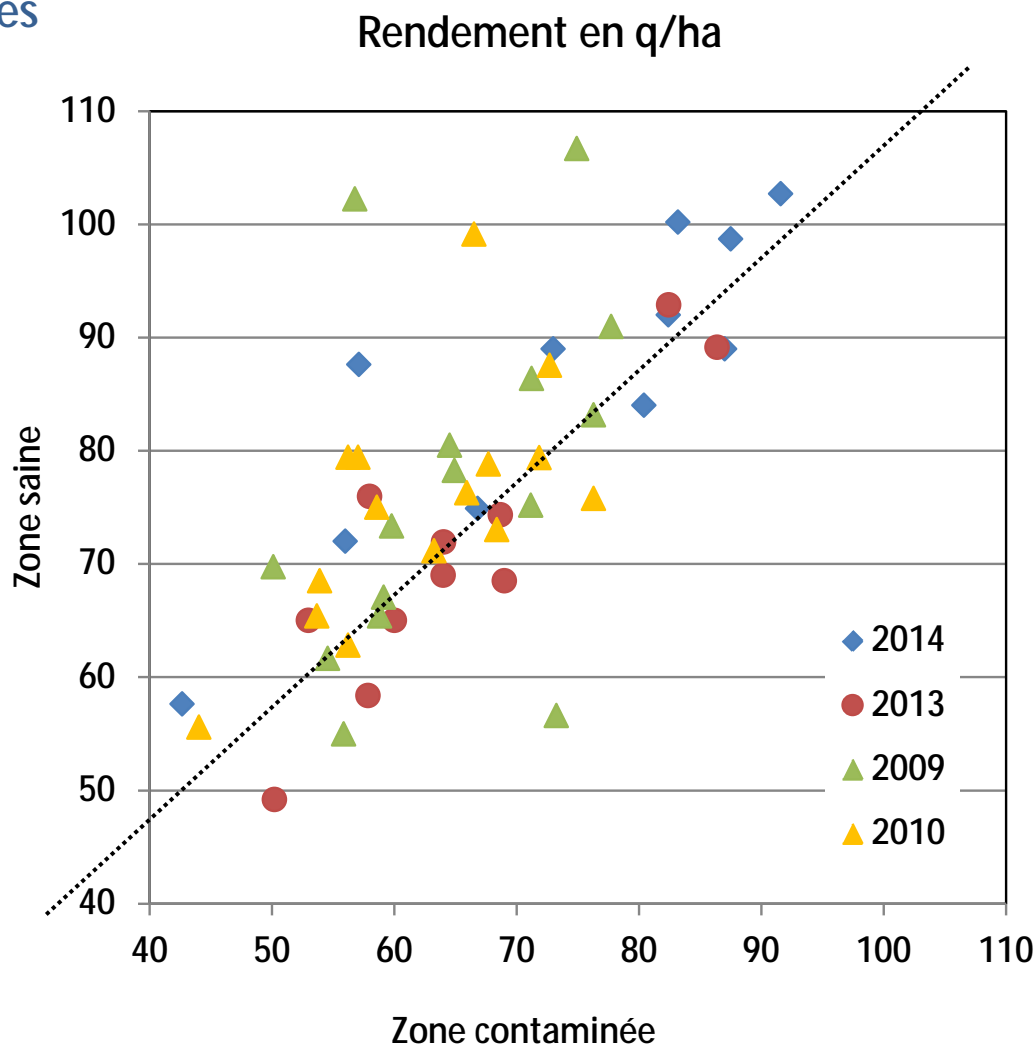
Action 2 : Etude de l'impact des mosaïques sur les pertes de rendement

11 sites sains/contaminés étudiés
en 2013-2014

Moy. 2014	-12.7 q	-19.5%
Moy. 2013	-6.0 q	-9.5%
Moy. 2010	-14 q	-22%
Moy. 2009	-13q	-23%

Effet négatif sur le rendement de l'ordre de 20%, moindre en 2013

Confirme les observations d'AXEREAL 2009/2010

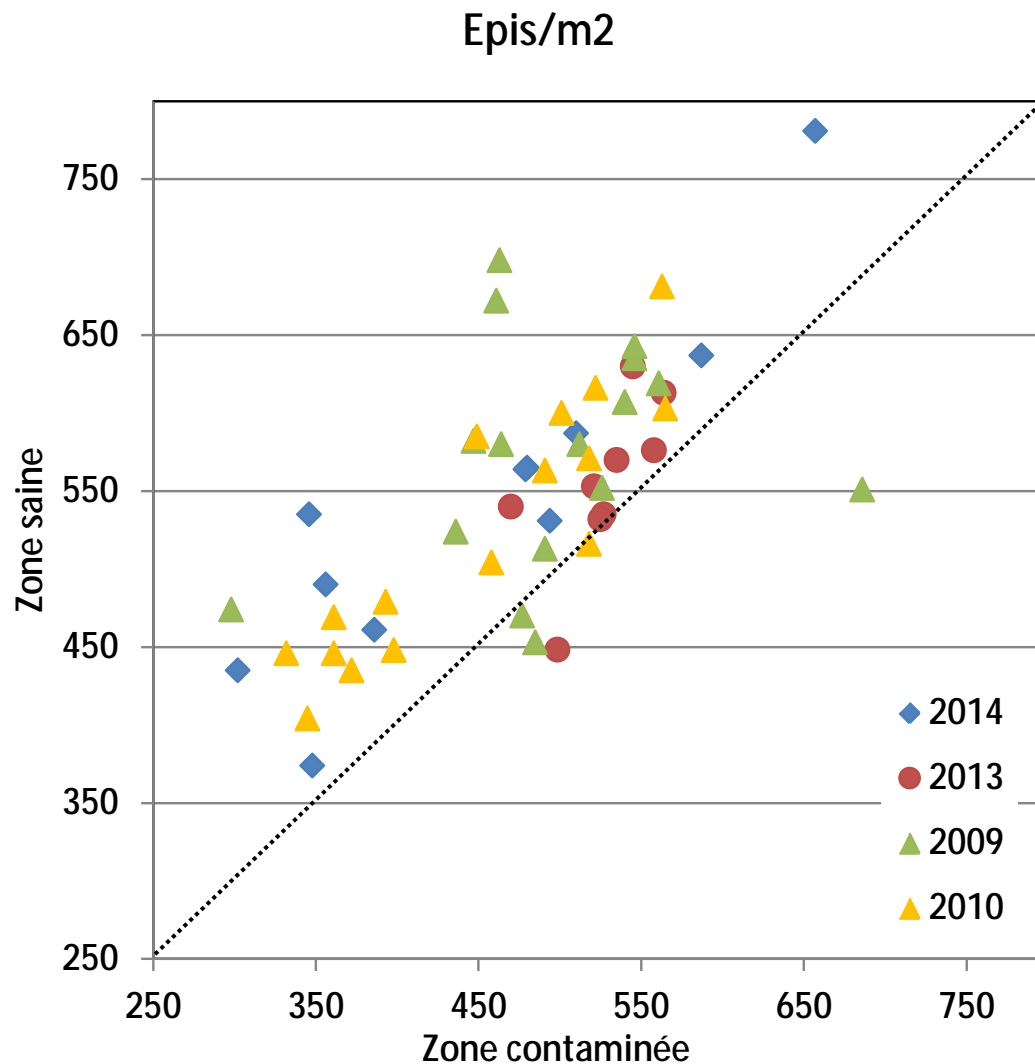


Action 2 : Effet sur le nombre d'épis/m²

Moy. 2014	-92.3	-22.6%
Moy. 2013	-28	-5%
Moy. 2010	-76	-18%
Moy. 2009	-76	-18%

Effet négatif sur le nombre d'épis/m²
Surtout en 2014 (stress hydrique montaison)

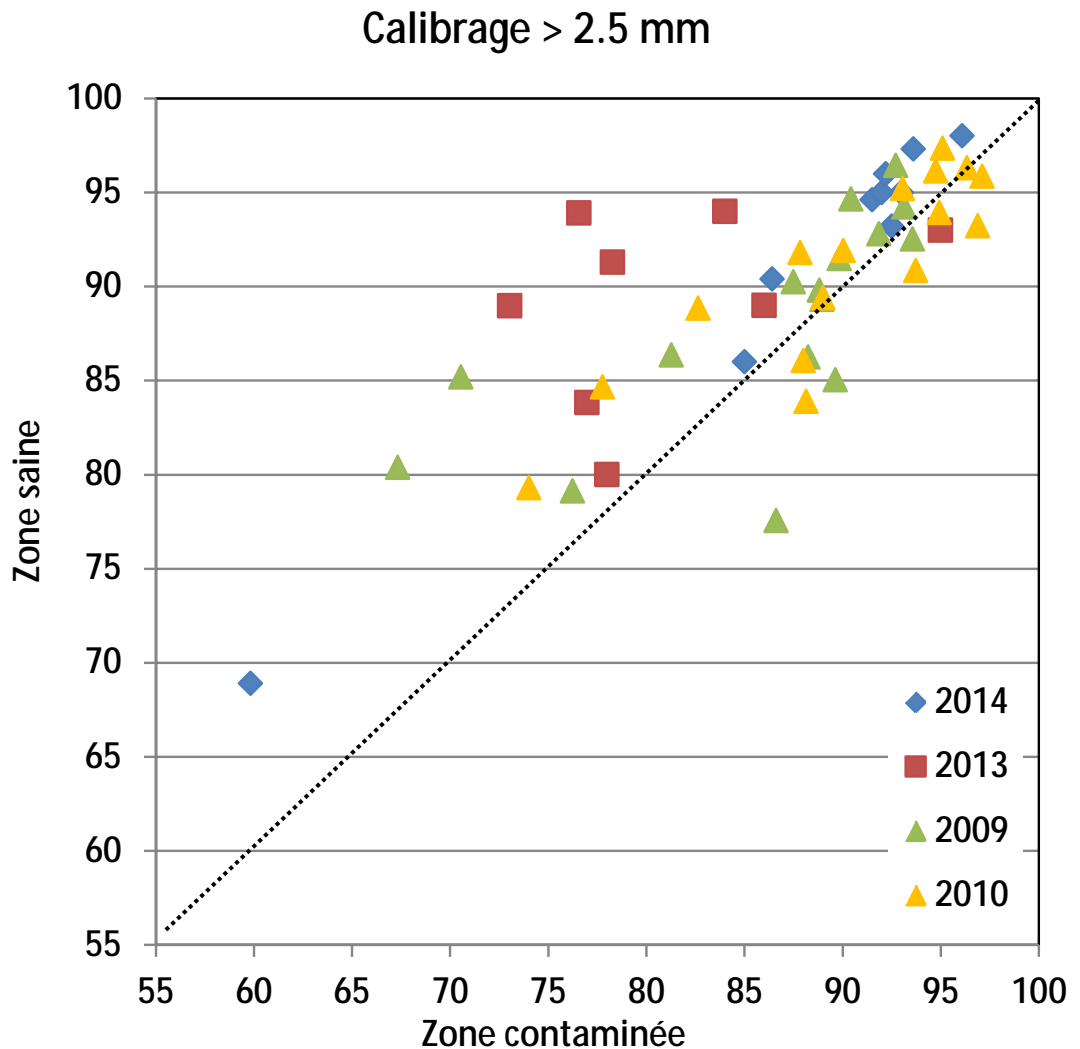
Confirme les observations d'AXEREAL 2009/2010



Action 2 : Effet sur le calibrage > 2.5 mm

Moy. 2014	-3.1	-3.9%
Moy. 2013	-8.3	-10.7%
Moy. 2010	-1	-1.3%
Moy. 2009	-2.2	-3%

Effet négatif sur le calibrage, surtout en 2013 ;
Lien avec effet PMG négatif en 2013



Conclusion

sur les pertes de rendement observées

- Conditions d'expression de la mosaïque :
Automne doux, hiver froid, **printemps sec**
 - 2009 : stress hydrique à montaison
 - 2010 : stress hydrique à montaison et au remplissage
 - 2013 : semis tardif ; peu de froid ; pas de stress hydrique à montaison
 - **2014** : pas d'hiver, **stress hydrique fort à montaison**
- Nuisibilité :
 - 2009, 2010, 2014 : **environ 20%** (13q/ha)
 - 2013 : 9.5% (6 q/ha)
- Composantes principales affectées :
 - **Nombre d'épis/m²**, nombre de grains/m²,
 - **Calibrage > 2.5** (surtout en 2013)
 - Pas de compensation par le PMG
En 2013 : PMG négatif, en lien avec le calibrage > 2.5
 - Pas d'effet de concentration sur la teneur en protéines



Discussion sur les pertes de rendement en lien avec les virus identifiés

- Constat en métagénomique :
 - Pas de nouveau virus en France en 2014
- Autres hypothèses en cours d'exploration :
 - Incidence de la charge virale
 - Structuration régionale
 - Diversité génétique du BaYMV Y2
 - Impact de la synergie virale
 - Evolution du Y1 vers le Y2

Hypothèses à vérifier avec plus de données sur 2013-2015



Evaluation de la résistance variétale

Objectifs :

1. Evaluation de la résistance variétale aux mosaïques
2. Identification des gènes de résistance efficaces par implantation d'hôtes différentiels (*rym 1* à *rym 18*)

- 2014 et 2015 : 5 essais/an de 12 variétés d'orge d'hiver en zone saine/contaminée
- 2014 : 6 essais avec 12 Hôtes Différentiels (HD) ; 2015 : 12 essais avec 25 HD



Action 3 : Etude de l'impact des mosaïques sur la qualité technologique

Objectif : Comparer les qualités obtenues sur des échantillons issus des couples « sains/ contaminés » de l'action 2, en lien avec l'identification virale

1

Quelle dégradation de la qualité, selon le(s) virus identifiés ?

- Qualité technologique des orges : PS, calibrage, protéines
- Qualité malticole : analyses micro-maltages
- Qualité sanitaire : analyses multitrichothécènes
- Test pilote (1 test) : comportement en brasserie

années			
0	1	2	3
	X	X	X
	X	X	X
	X	X	X
		X	



Conclusions générales et perspectives

- Cartographie des mosaïques de l'orge en France en 2013-14 :
 - **BaYMV Y2 prédominant**, associé parfois à BaMMV à confirmer en 2015
- Pertes de rendement :
 - De l'ordre de 20% sur 3 ans, moindre en 2013
 - Composantes du rendement impactées : nombre d'épis/m², nombre grains/m², calibrage (2013, pas de compensation par le PMG)
- Gènes de résistance efficaces sur BaYMV Y2+ BaMMV :
 - **rym5** mais attention à des potentiels contournements
 - **Résistance polygénique** des populations de Marne, Superchampenois
 - ...suite en 2015
- Impact sur la qualité technologique :
 - En attente des données 2015 pour confirmer les analyses de 2013 et 2014.
 - Semences stockées en quantité suffisante pour réaliser un test pilote



Merci pour votre attention



Proviseux, 24/02/2015