

# Colloque 'Taille Efficace', Paris, 12-13 mai 2016



## La taille efficace, un outil de gestion des populations animales domestiques

Etienne Verrier <sup>(1)</sup>, Coralie Danchin-Burge <sup>(2)</sup>,  
Grégoire Leroy <sup>(1)</sup>, Xavier Rognon <sup>(1)</sup>

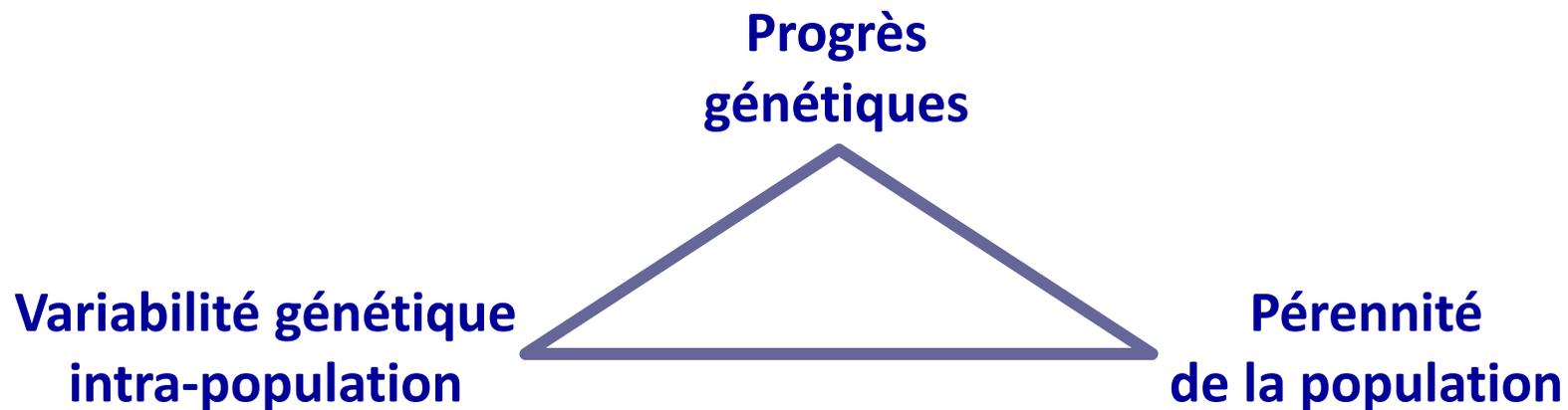


<sup>(1)</sup> INRA/AgroParisTech, UMR GABI, Jouy-en-Josas/Paris

<sup>(2)</sup> Institut de l'Elevage, Paris

# Gestion des populations domestiques

Trois objectifs possibles  
dont l'importance varie selon la situation



Dans tous les cas, nécessité d'indicateurs pertinents

# La taille efficace d'une population ( $N_e$ )

Un concept ancien

Un paramètre que l'on peut déduire du passé, à partir d'informations

Démographiques / Généalogiques / Moléculaires

Un paramètre qui permet de se projeter dans l'avenir

# Plan

**INTRODUCTION**

**UNE ETUDE PILOTE SUR DEUX RACES EQUINES**

**UNE ETUDE A GRANDE ECHELLE SUR 140 POPULATIONS**

**TROIS EXEMPLES DE DISPOSITIFS NATIONAUX  
VALORISANT LA NOTION DE  $N_e$**

**CONCLUSIONS**



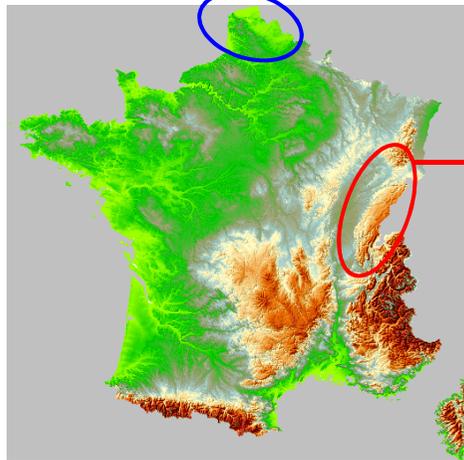
E. Verrier, C. Danchin-Burge, G. Leroy, X. Rognon  
Colloque 'Taille Efficace', Paris, 12-13 mai 2016

# Deux races françaises de chevaux de trait



**Race Boulonnaise (BO)**

En conservation



**Race Comtoise (CO)**

La race française de trait  
avec les  
plus grands effectifs

# Informations disponibles

## Pédigrées

Base de données nationale (SIRE)

## Génotypes à 11 marqueurs microsatellites

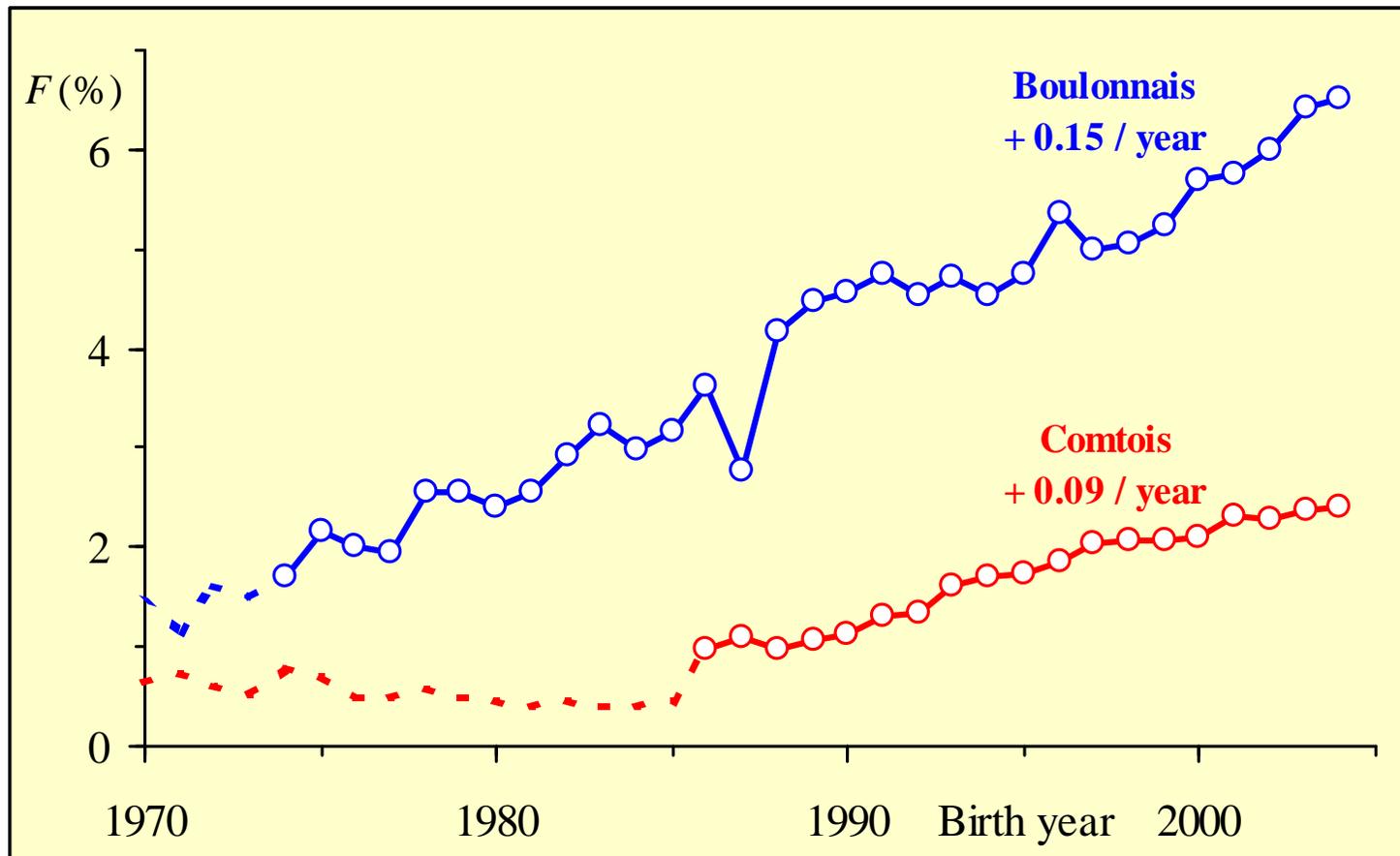
Contrôles officiels de filiation

Breed	Pedigree data		Molecular data	
	Whole file	Born in 2002-2004	Whole file	Born in 2002-2004
Comtois	83 609	12 774	1 194	583
Boulonnais	8 282	972	563	122

# Comparaison de 4 méthodes d'estimation de $N_e$

	Phénomène observé	Information utilisée		$N_e$		Référence
		Pédigrées	Marqueurs	IBD	var	
<b>A</b>	Taux d'accroissement de la consanguinité	X		X		Wright, 1931
<b>B</b>	Baisse de l'hétérozygotie attendue		X	X		Wright, 1931
<b>C</b>	Nb. de reproducteurs et (co)variances des tailles de descendance	X			X	Hill, 1972
<b>D</b>	Temporal variance of allele frequencies		X		X	Waples, 1989 Nei & Tajima, 1981

# Evolution de la consanguinité



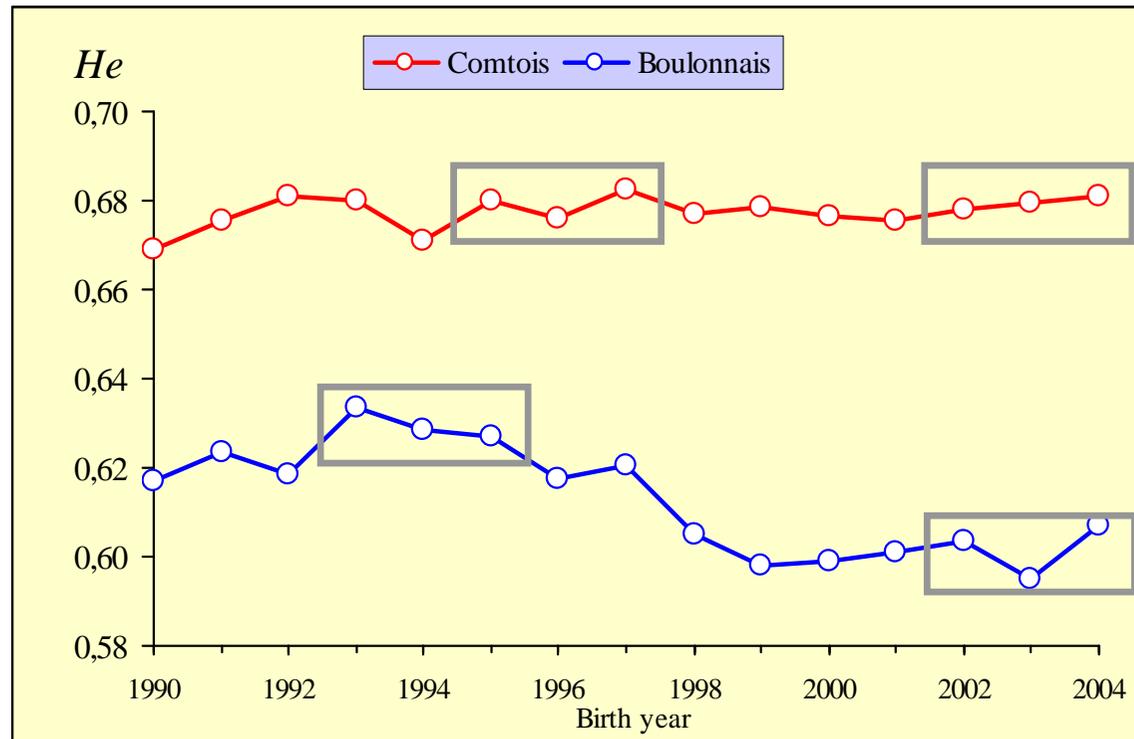
$\hat{N}e = 34$

$\hat{N}e = 1/2\Delta F$

$\hat{N}e = 79$

Verrier et al., 2010

# Baisse de l'hétérozygotie attendue



$$\hat{N}e = 427$$

$$\hat{N}e = 1/2 \left( 1 - \frac{He_t}{He_{t-1}} \right)$$

$$\hat{N}e = 11$$

Verrier et al., 2010

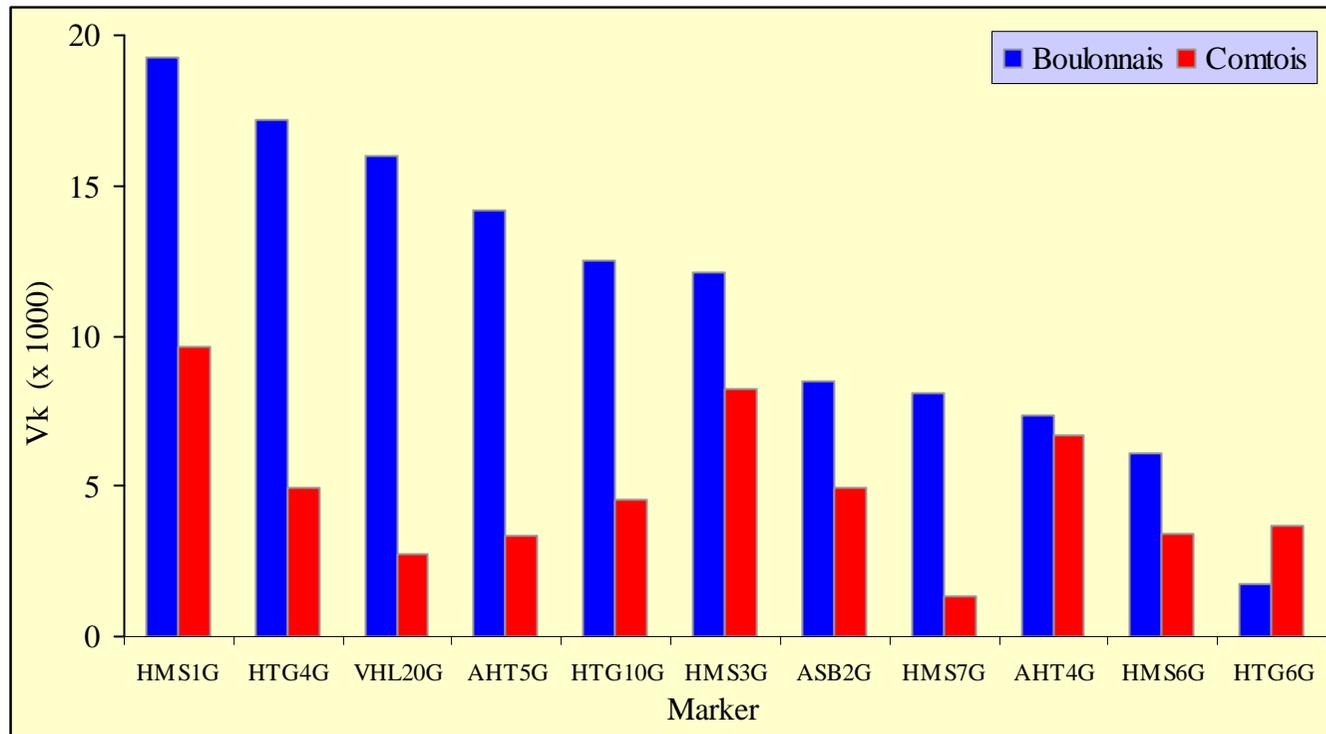
# Variance des tailles de descendance

Race	$T$ (ans)	var(m,m)	var(m,f)	$N\hat{e}$
Boulonnais	9,2	0,9	66,1	159
Comtois	7,0	5,9	46,9	916

Verrier et al., 2010

# Variance temporelle des fréquences

Variance temporelle ( $V_k$ ) selon le marqueur

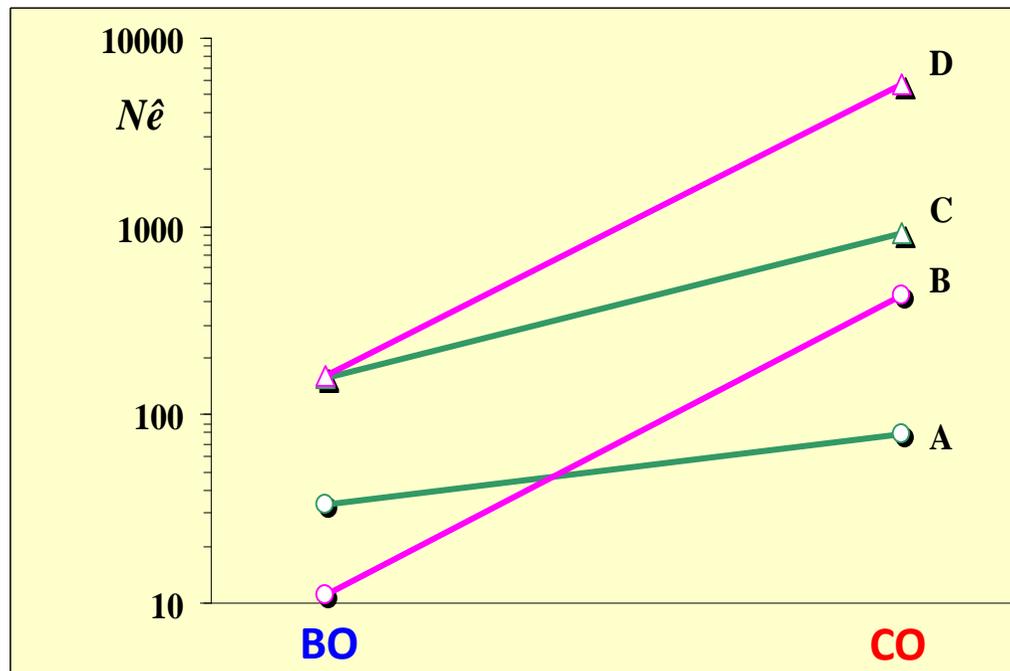
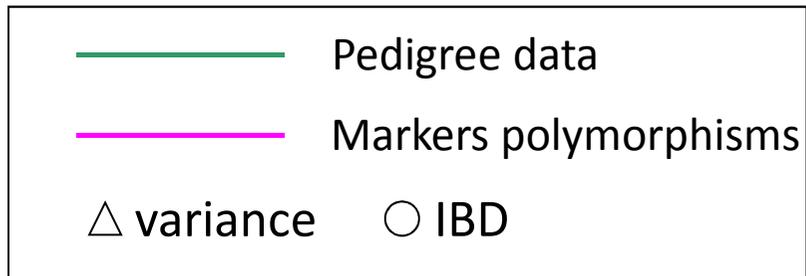


$$\hat{N}e = 5712$$

$$\hat{N}e = 161$$

Verrier et al., 2010

# Comparaison des estimations



1) Très grand champ de variation de  $N\hat{e}$ ,  $\forall$  race.

2)  $N\hat{e}$  (CO) >  $N\hat{e}$  (BO),  $\forall$  méthode.

3) L'écart entre les deux races est plus marqué avec les informations moléculaires

Verrier et al., 2010

# Plan

INTRODUCTION

UNE ETUDE PILOTE SUR DEUX RACES EQUINES

**UNE ETUDE A GRANDE ECHELLE SUR 140 POPULATIONS**

TROIS EXEMPLES DE DISPOSITIFS NATIONAUX  
VALORISANT LA NOTION DE  $N_e$

CONCLUSIONS



E. Verrier, C. Danchin-Burge, G. Leroy, X. Rognon  
Colloque 'Taille Efficace', Paris, 12-13 mai 2016

# Populations étudiées

**140 races élevées en France**  
**de 4 espèces différentes :**



**60**



**40**



**20**



**20**

# Estimateurs comparés

## issus des informations démo-généalogiques

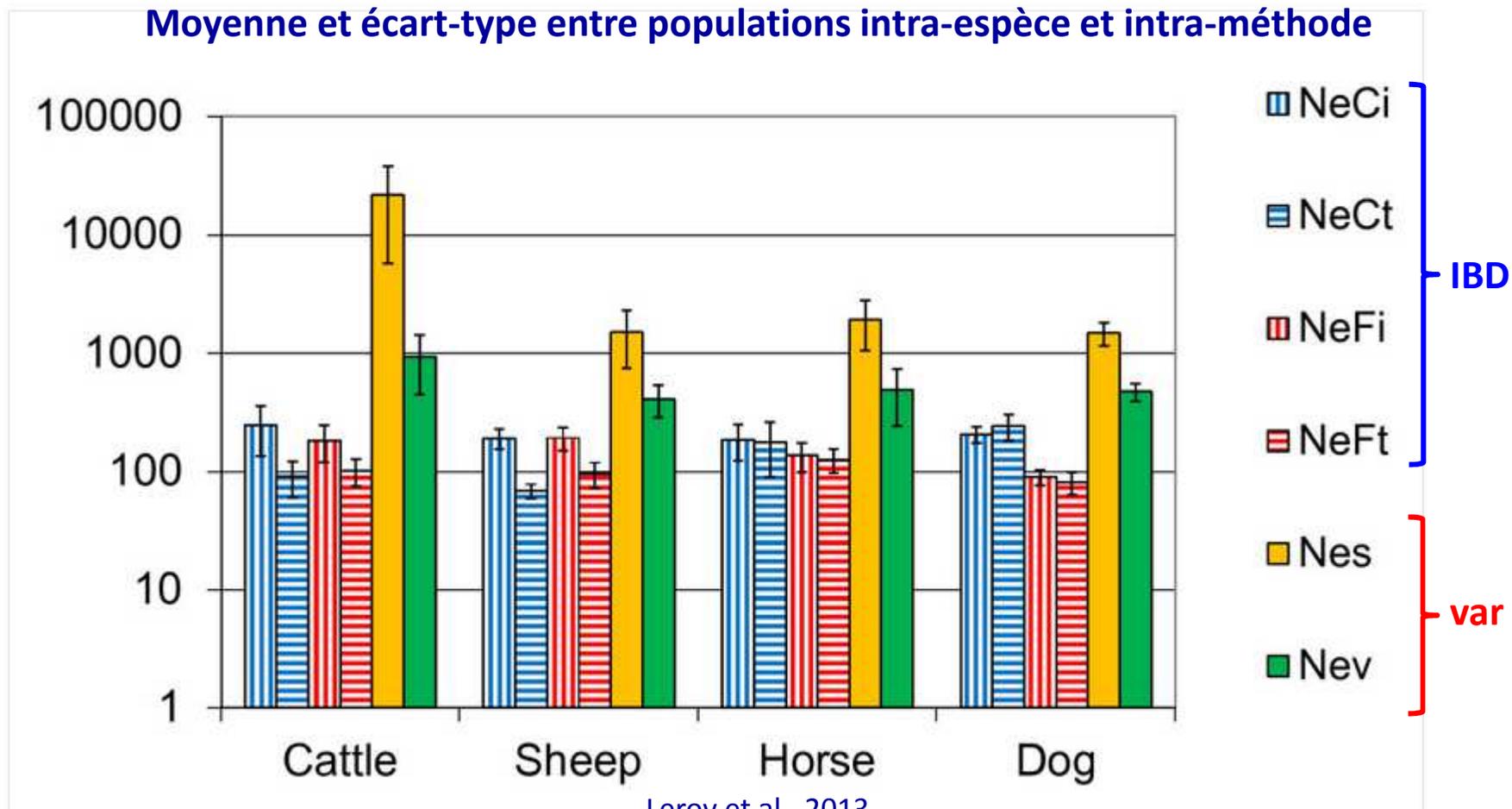
	Method	Genealogy required	Parameters measured	Indicator used to compute $N_e$	Time period or number of generations taken into account	Theoretical sample size for a reference population of size n
var	$N_{es}$	no	change in allele frequency / heterozygosity loss	number of reproducers	generation n	-
	$N_{ev}$	yes	change in allele frequency / heterozygosity loss	variance/covariance of progeny sizes	generation n-1	-
IBD	$N_{eFt}$	yes	heterozygosity loss	inbreeding	period or number of generations to be fixed	n
	$N_{eCt}$	yes	heterozygosity loss	coancestry	period or number of generations to be fixed	n x (n-1)
	$N_{eFi}$	yes	heterozygosity loss	inbreeding	all known generations	n
	$N_{eCi}$	yes	heterozygosity loss	coancestry	all known generations	n x (n-1)

$N_{eCi}$  = method based on individual coancestry rate;  $N_{eCt}$  = method based on coancestry rate between two successive generations;  
 $N_{eFi}$  = method based on individual inbreeding rate;  $N_{eFt}$  = method based on inbreeding rate between two successive generations;  
 $N_{es}$  =  $N_e$  method based on sex ratio;  $N_{ev}$  = method based on variance of progeny size.

# Ne estimés

## Estimations de *Ne* selon l'espèce et la méthode

Moyenne et écart-type entre populations intra-espèce et intra-méthode



Leroy et al., 2013

# Autres résultats et recommandations

## □ Intra-espèce

- Les corrélations entre estimations varient de +0,09 à +0,77.
- Le classement des populations est peu modifié d'un estimateur à l'autre

## □ L'intérêt des estimateurs fondés sur les probabilités d'identité ( $F$ ou $\Phi$ ) s'accroît quand le nombre de générations remontées par les pédigrées est élevé.

## □ A l'inverse, si les généalogies sont peu renseignées (par ex., $EqG < 2,5$ ), il est préférable d'employer un estimateur simple du type $1/N\hat{e} = 1/4Nm + 1/4Nf$ .

## □ Entre estimateurs fondés sur les probabilités d'identité, il vaut mieux utiliser :

- Les estimateurs fondés sur la parenté que sur la consanguinité.
- Les estimateurs fondés sur les taux individuels que sur le taux moyen.

Méthode de Cervantes et al., 2011

Leroy et al., 2013

# Plan

INTRODUCTION

UNE ETUDE PILOTE SUR DEUX RACES EQUINES

UNE ETUDE A GRANDE ECHELLE SUR 140 POPULATIONS

**TROIS EXEMPLES DE DISPOSITIFS NATIONAUX  
VALORISANT LA NOTION DE  $N_e$**

CONCLUSIONS



E. Verrier, C. Danchin-Burge, G. Leroy, X. Rognon  
Colloque 'Taille Efficace', Paris, 12-13 mai 2016

# L'observatoire national VARUME



- **Objectifs** : mettre en place un observatoire de la variabilité génétique des différentes populations de ruminants et d'équidés afin de,
  - ✓ produire régulièrement des indicateurs de variabilité génétique
  - ✓ renseigner les gestionnaires de populations et toute personne intéressée par les évolutions de la variabilité génétique
- **Partenaires** : Institut de l'Élevage, INRA, UNCEIA, Races de France, IFCE

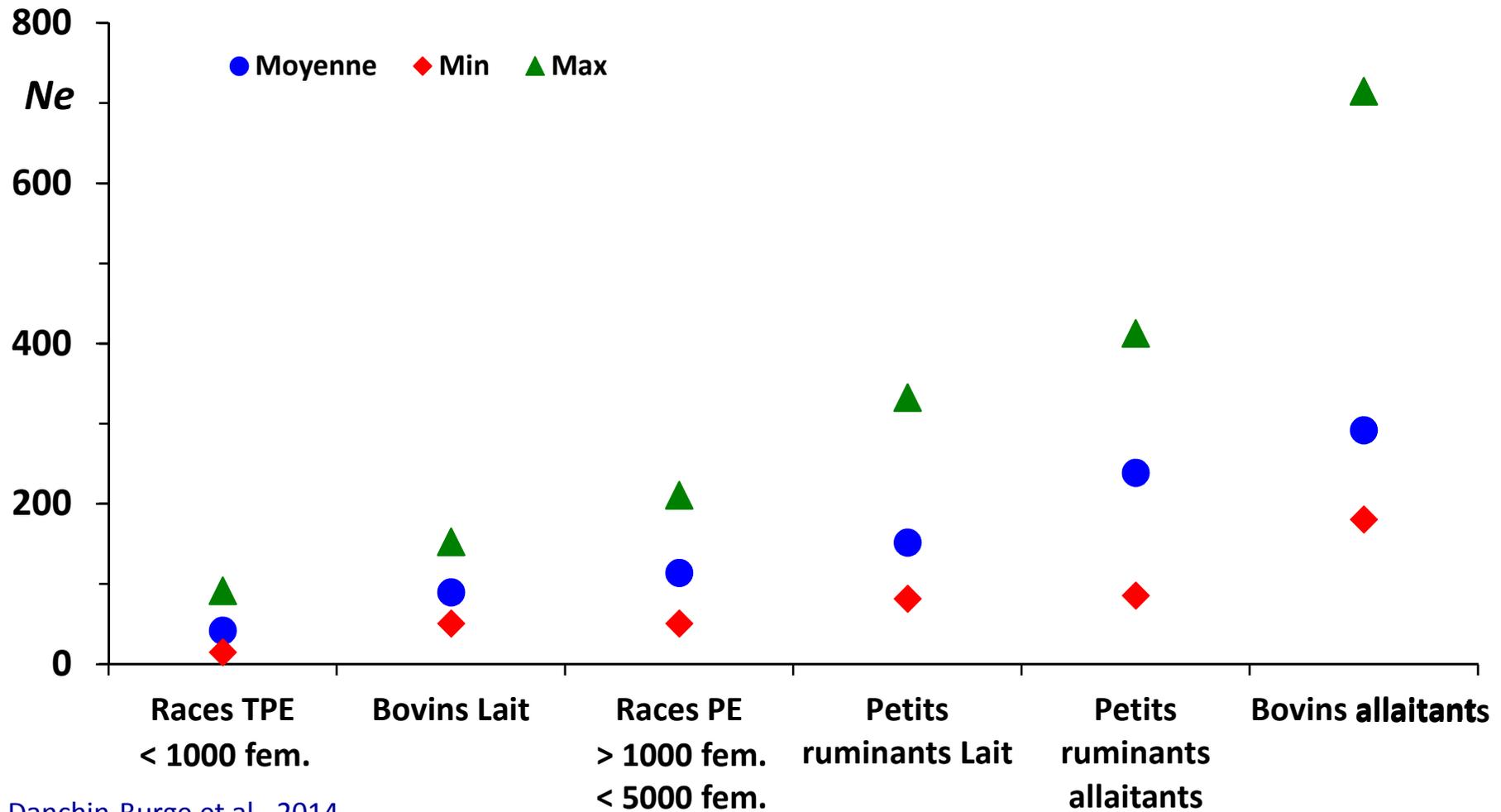


# L'observatoire national VARUME

## Diffusion d'indicateurs déduits des généalogies

- **Opérationnel en juin 2015 pour les ruminants, en 2016 pour les équidés.**
- **Des résultats consultables librement sur les sites web d'Idele (ruminants) ou des Haras Nationaux (équidés)**
  - ✓ mise à jour annuelle
  - ✓ valorisation de bases de données déjà existantes et maintenues pour d'autres usages

# Résultats comparés entre espèce/filières



# Sélection à parenté minimum dans l'espèce caprine

## Programme de sélection des deux principales races caprines françaises



Race  
Alpine



Race  
Saanen

- Sélection sur des index génétique laitiers (IPC), de morphologie de la mamelle (IMC) et de synthèse (ICC).
- Tentative de préservation de la variabilité génétique par l'application d'une méthode de sélection 'à parenté minimum' dans la phase amont du programme (recrutement des jeunes mâles qui passeront l'épreuve de la descendance).
- Mise en œuvre depuis 2006.

# Bilan de la sélection à parenté minimum

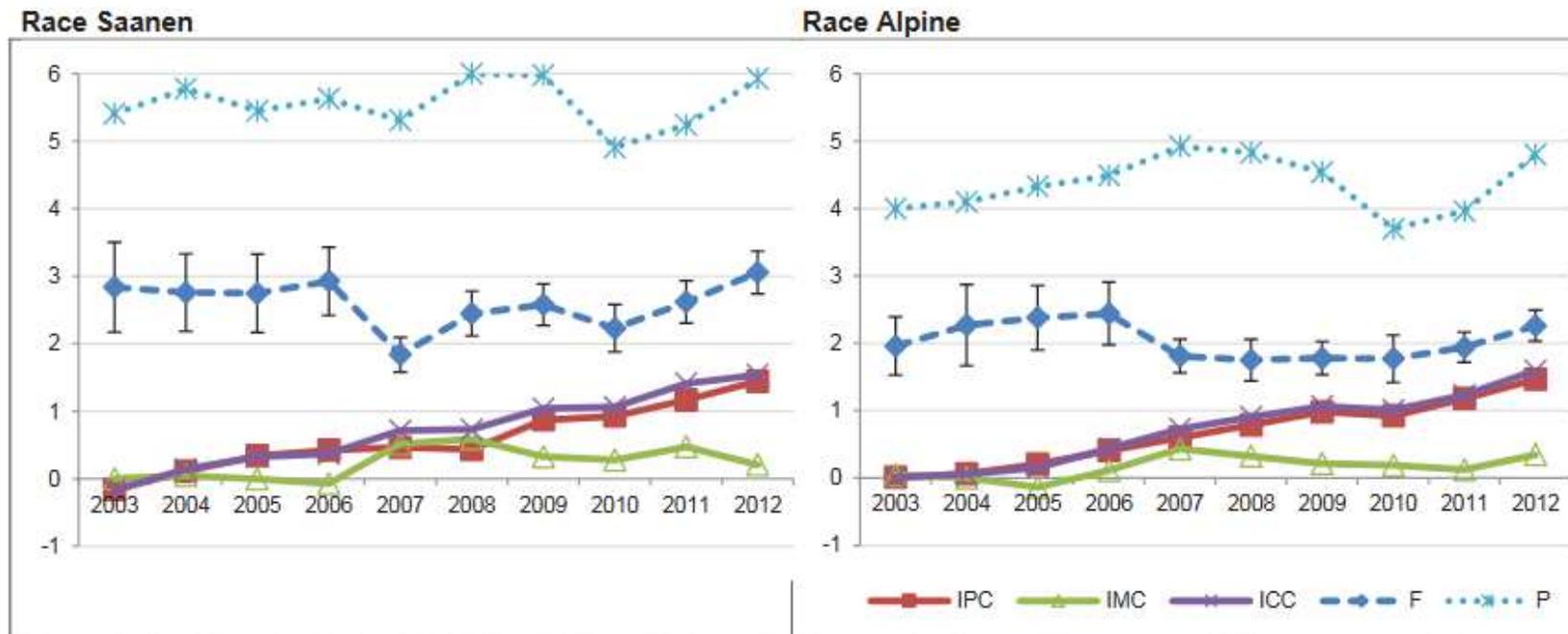


Figure 1 : Evolution des index IPC, IMC et ICC exprimés en écart-type génétique, de la consanguinité moyenne et de la parenté moyenne exprimées en %, par millésime de naissance des jeunes bœufs

$\Delta F$  et  $\Delta \Phi \approx 0$  (positifs avant) :  $N\hat{e} \rightarrow \infty$   
 A confirmer sur le moyen terme.

Palhière et al., 2014

# Etablissement du statut vis-à-vis du risque d'abandon (règlement Européen)

6 critères pris en compte :

- Effectif de femelles reproductrices ( $N_f$ )
- Evolution démographique sur les 5 dernières années ( $T_5$ )
- **Taux de croisement ( $C$ )**
- **Taille efficace ( $N_e$ )**
- **Organisation des éleveurs et soutien technique national ( $OTS$ )**
- **Contexte économique et social ( $SEC$ )**

Pour chaque critère, les valeurs sont ramenées sur une échelle allant de 0 (pas de risque) à 5 (risque maximal)

Collecte des informations :

- Bases de données nationales
- Entretiens avec les responsables d'associations de race
- Avis d'experts des instituts techniques ou de recherche

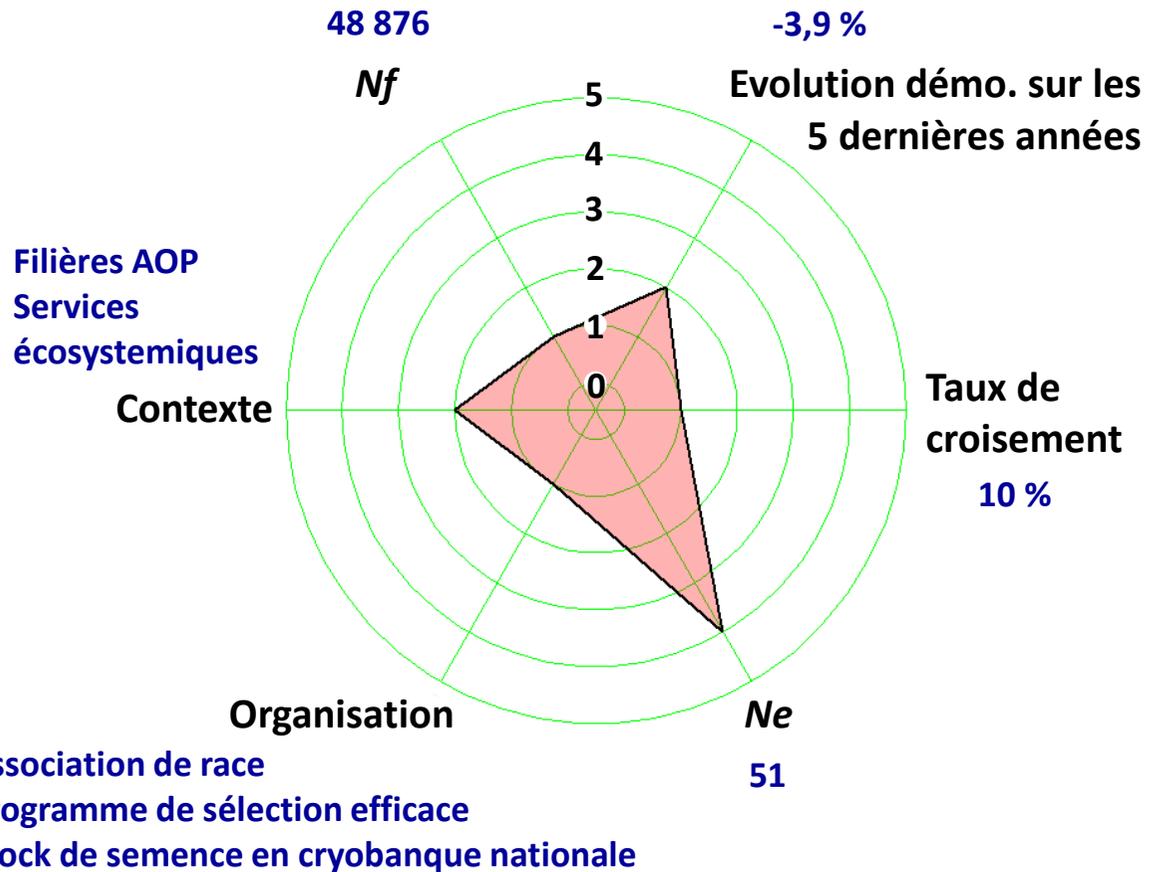
} Validation  
croisée

# Exemple de caractérisation d'une race



**Race bovine laitière**  
**Abondance**

**Note globale = 1,83/5**



Verrier et al., 2015

# Conclusions (1)

- ❑ **La taille efficace demeure un indicateur (très) pertinent pour le suivi des populations domestiques et l'établissement de recommandations de gestion.**
- ❑ **Le choix d'un (ou plusieurs) estimateur(s) est une question en soi, dont la réponse dépend largement des informations disponibles.**

# Conclusions (2)

- ❑ **Les gestionnaires des populations (entreprises de sélection, associations d'éleveurs) sont aujourd'hui demandeurs de ce type d'information en routine.**
- ❑ **L'information sur la taille efficace doit être accompagnée de résultats relatifs à d'autres indicateurs : évolution moyenne de la consanguinité, identité des ancêtres majeurs, nombre efficace d'ancêtres, etc.**

**Merci de votre attention**

