

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



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

Etienne Verrier ⁽¹⁾, Coralie Danchin-Burge ⁽²⁾,
Grégoire Leroy ⁽¹⁾, Xavier Rognon ⁽¹⁾

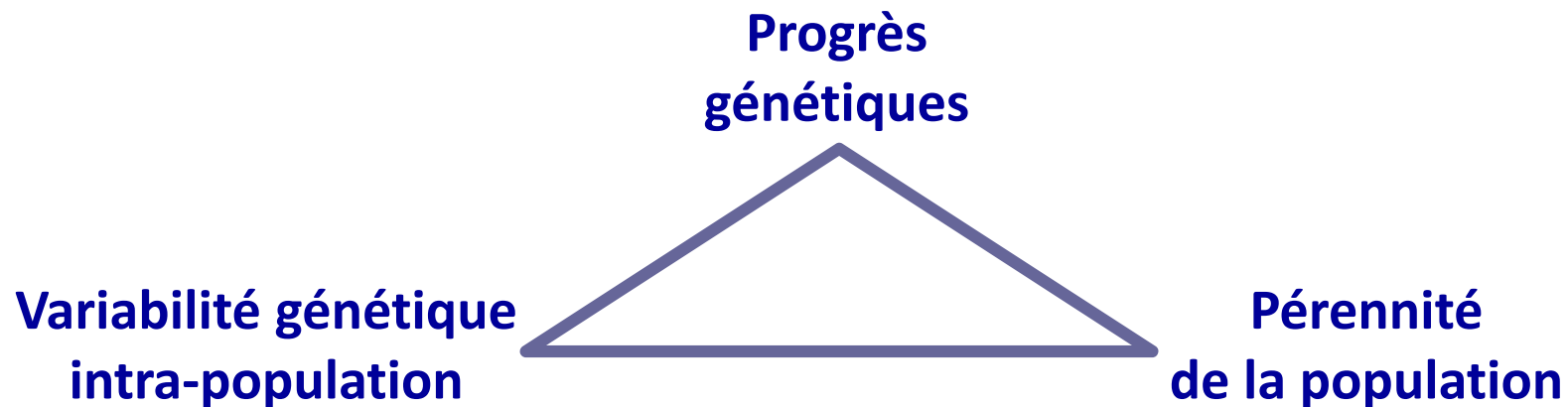


⁽¹⁾ INRA/AgroParisTech, UMR GABI, Jouy-en-Josas/Paris

⁽²⁾ 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



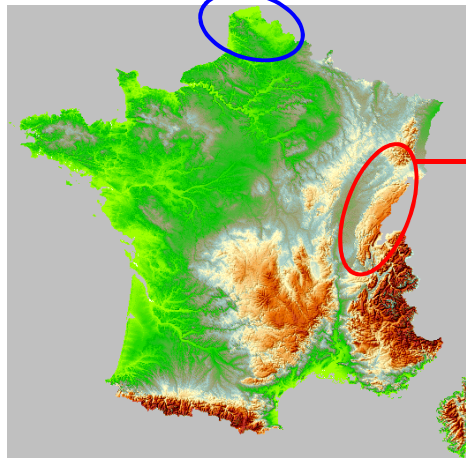
E. Verrier, C. Danchin-Burge, G. Leroy, X. Rognon
Colloque 'Taille Efficace', Paris, 12-13 mai 2016

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

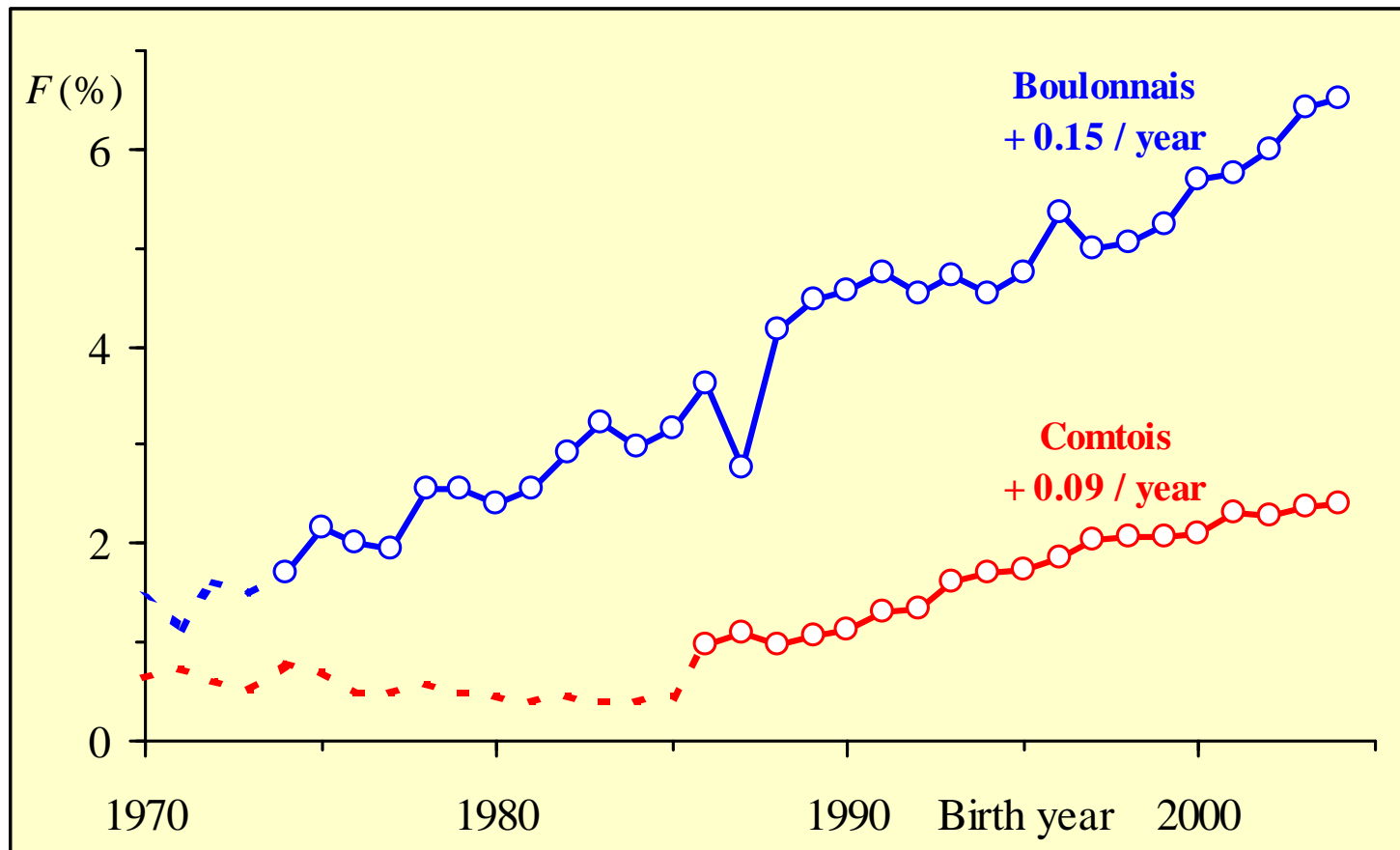
Contrôles officiels de filiation

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	
A	Taux d'accroissement de la consanguinité	X		X		Wright, 1931
B	Baisse de l'hétérozygotie attendue		X	X		Wright, 1931
C	Nb. de reproducteurs et (co)variances des tailles de descendance	X			X	Hill, 1972
D	Temporal variance of allele frequencies		X		X	Waples, 1989 Nei & Tajima, 1981

Evolution de la consanguinité



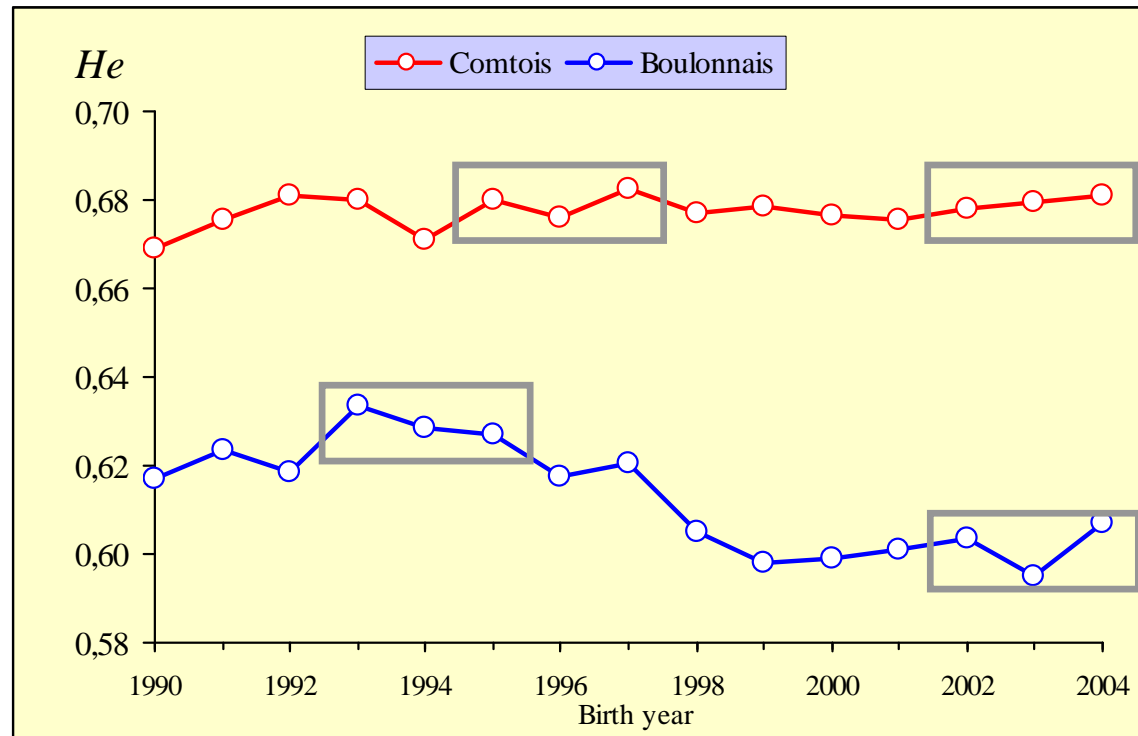
$\hat{N}e = 34$

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

$\hat{N}e = 79$

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

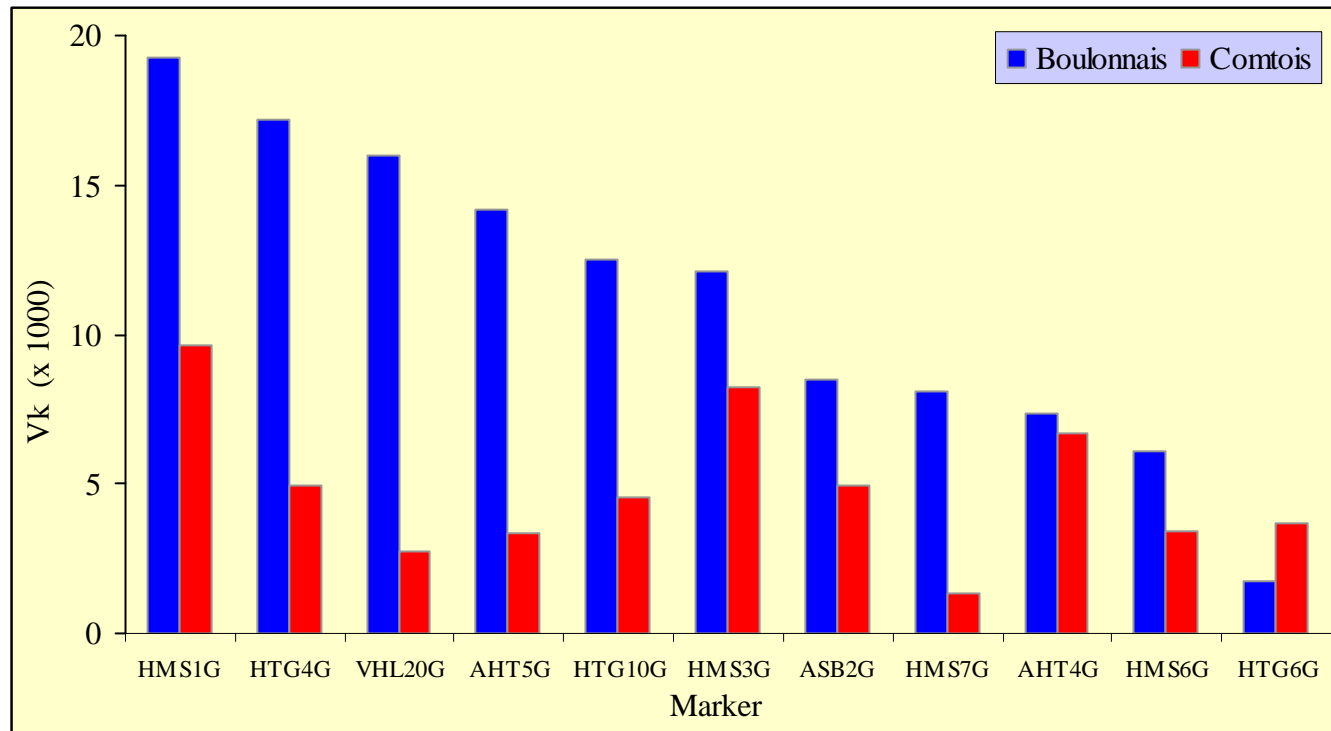
Variance des tailles de descendance

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

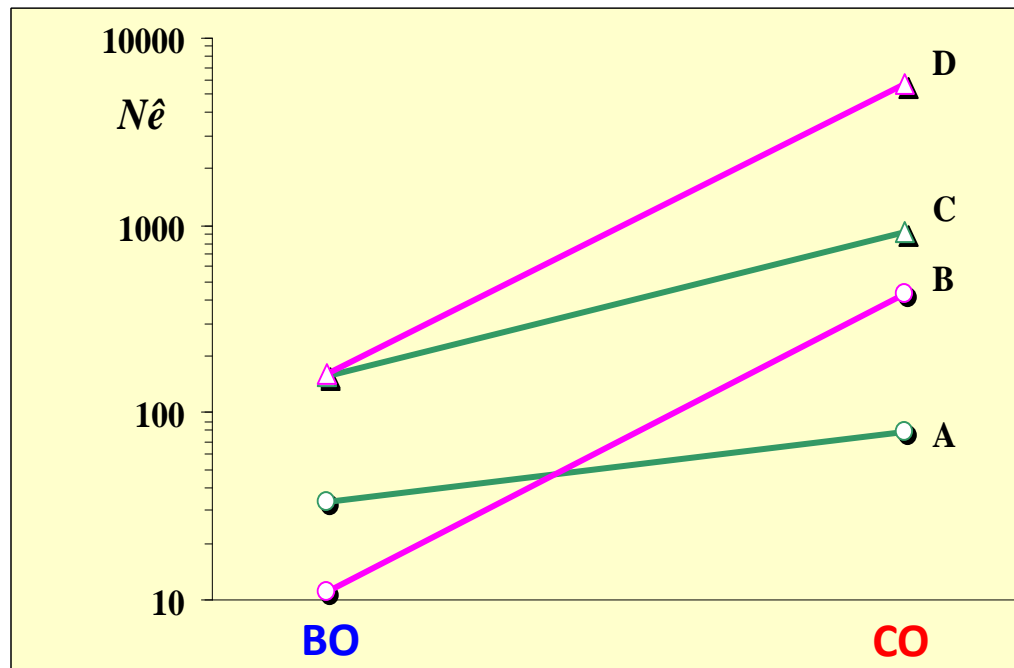
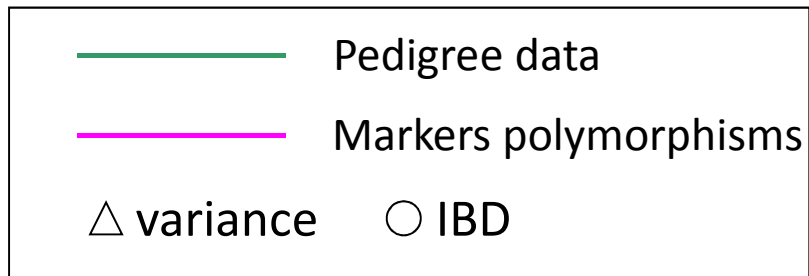


$$\hat{N}e = 5712$$

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

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

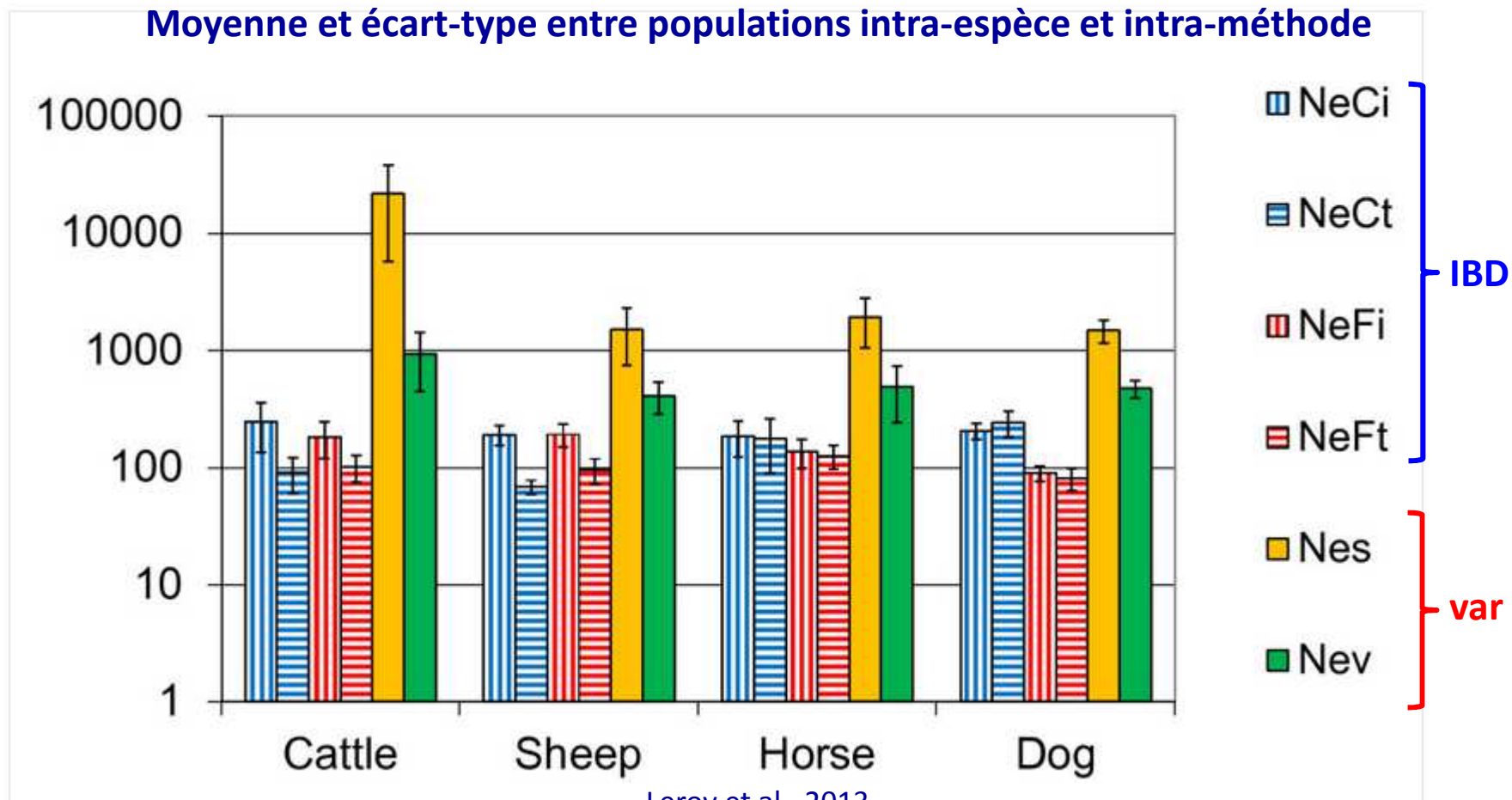
	Method	Genealogy required	Parameters measured	Indicator used to compute N_e	Time period or number of generations taken into account	Theoretical sample size for a reference population of size n
var	N_{es}	no	change in allele frequency / heterozygosity loss	number of reproducers	generation n	-
	N_{ev}	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 Φ) 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

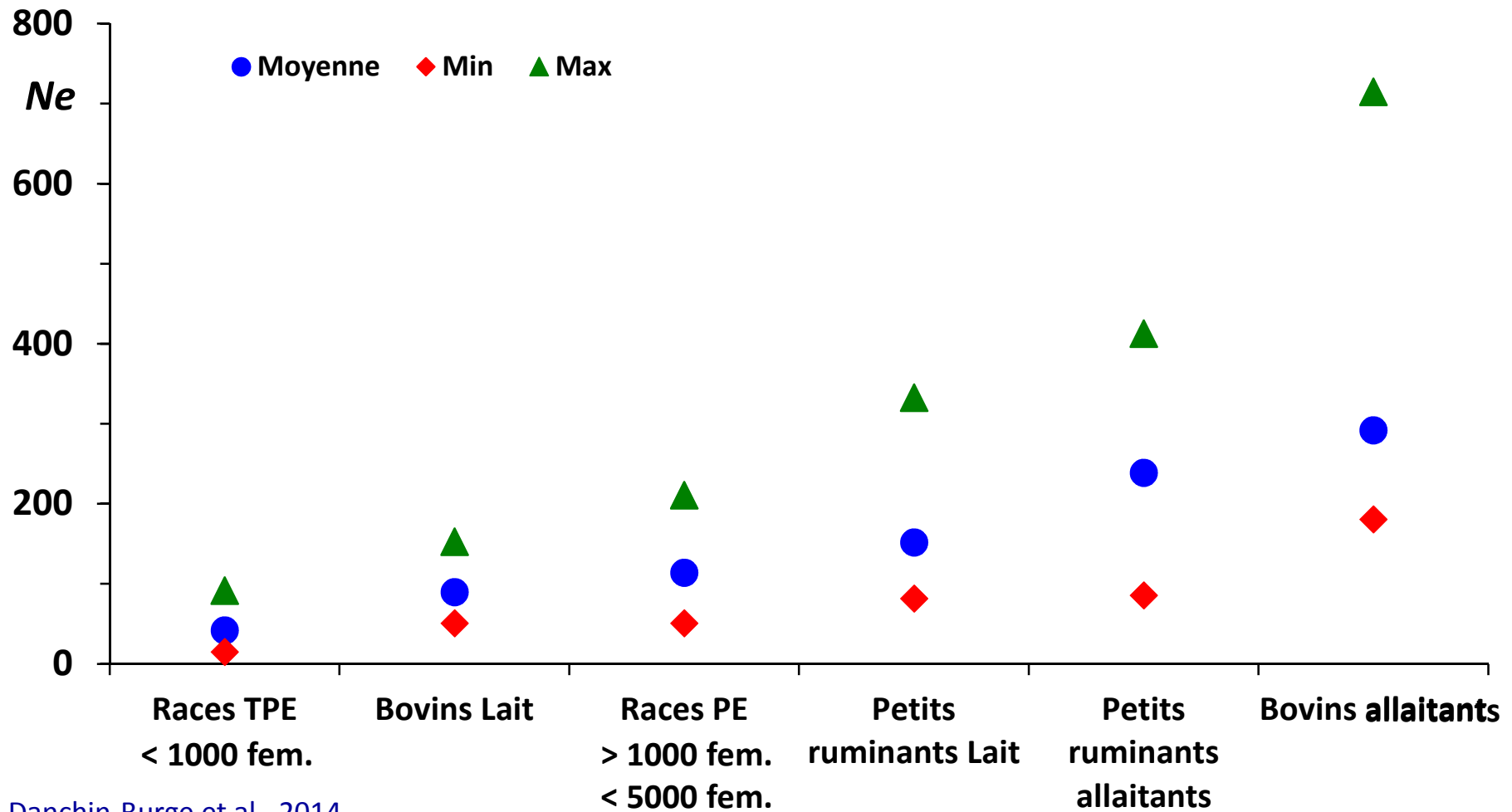


L'observatoire national VARUME

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

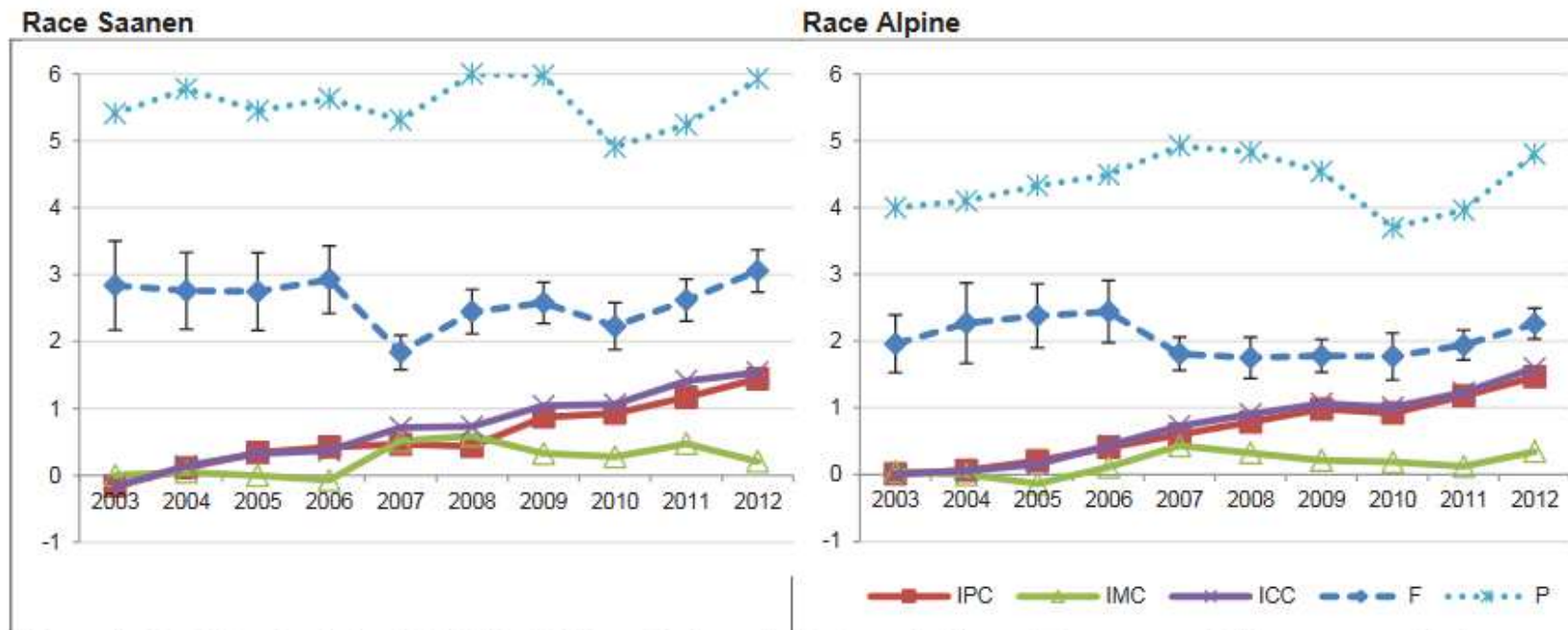


Figure 1 : Evolution des index IPC, IMC et ICC exprimés en écart-type génétique, de la consanguinité moyenne et de la parenté moyenne exprimées en %, par millésime de naissance des jeunes boucs

ΔF 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

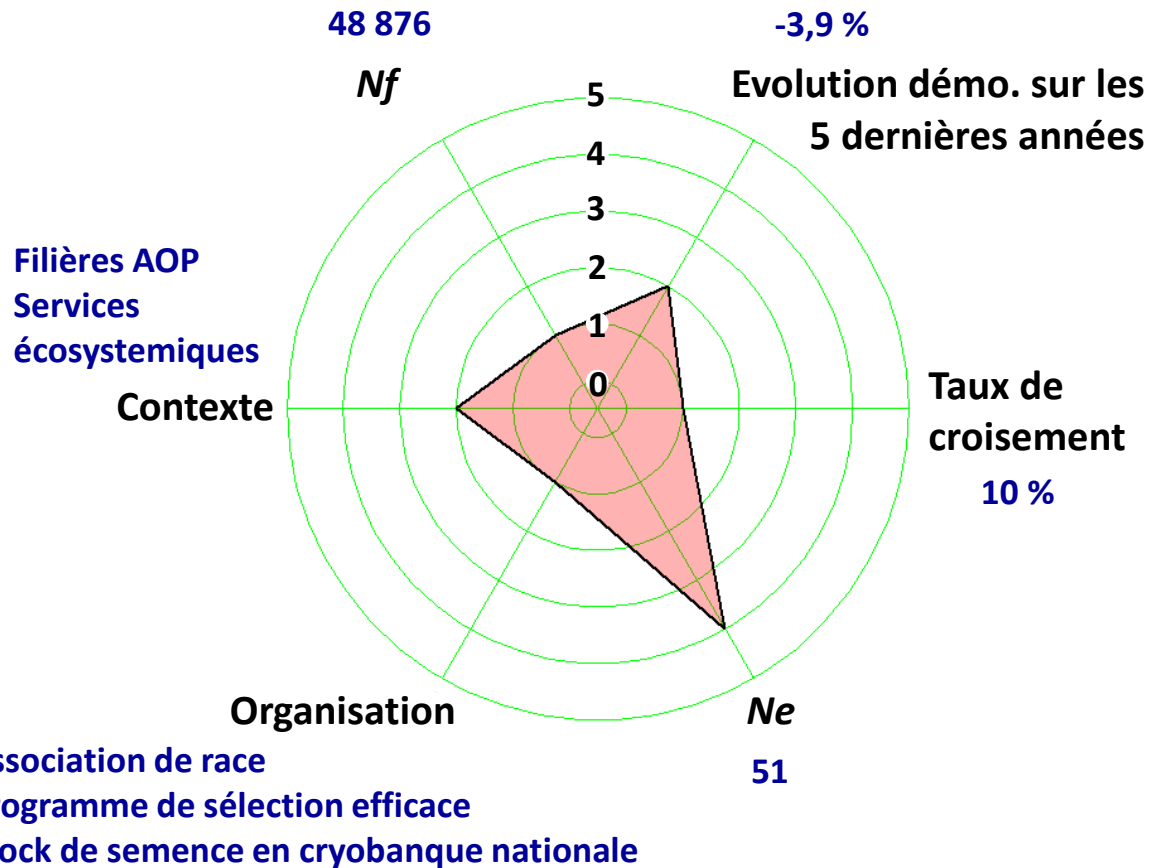
} Validation
croisée

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

