



**ELIANCE**  
Des éleveurs. Une ambition.

Les technologies de l'embryon au service des  
schémas de sélection bovins

*Pascal Salvetti* – [pascal.salvetti@eliance.fr](mailto:pascal.salvetti@eliance.fr)

# La sélection, un processus naturel d'adaptation

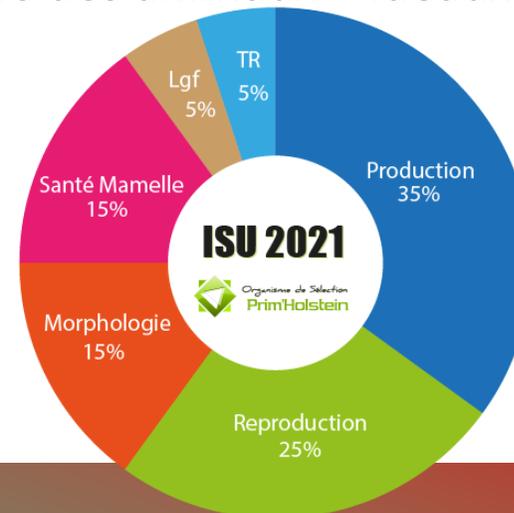
## ■ Naturelle, pour les espèces sauvages

- Le génome gouverne les caractères, en interaction avec l'environnement
- Certaines variations naturelles du génome apportent un avantage reproductif



## ■ Artificielle, par l'Homme pour les espèces domestiquées pour produire plus et mieux

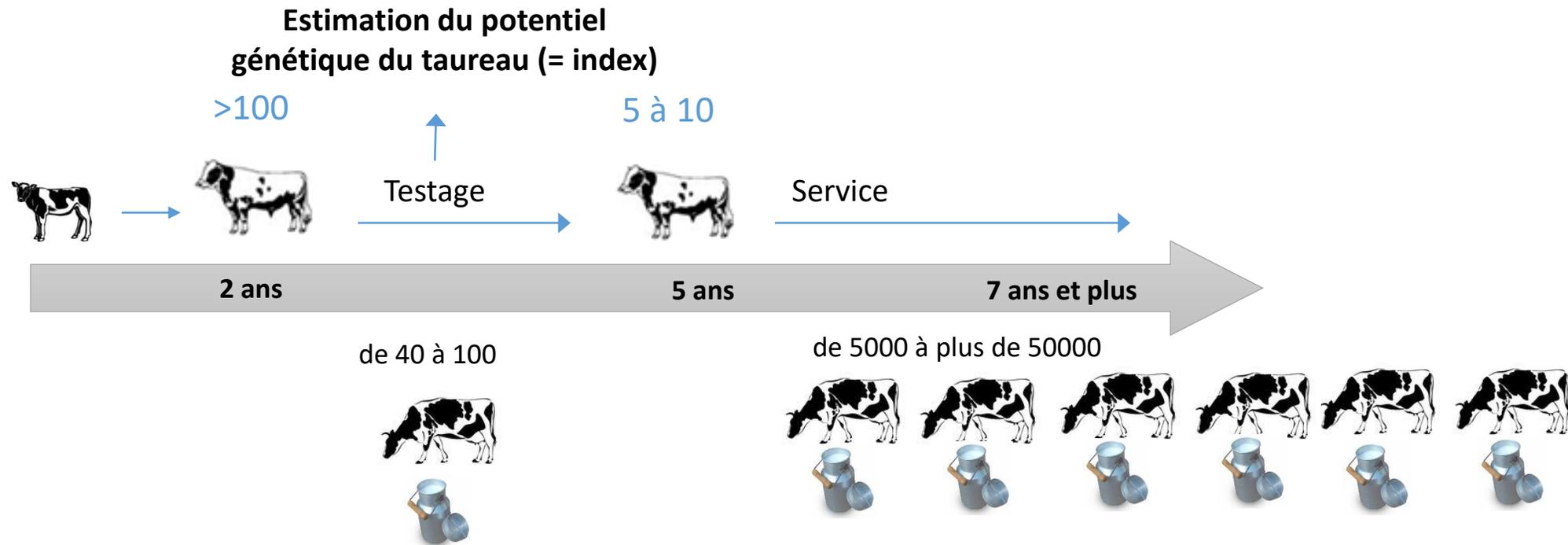
- Conserver les « meilleurs » animaux pour la reproduction
- Pour fixer certains caractères et tendre vers des animaux « idéaux »
  - Evolution des caractères évalués
  - Evolution des méthodes d'évaluation



# La sélection génétique « moderne »

## ▪ Estimer le potentiel génétique par le testage sur descendance

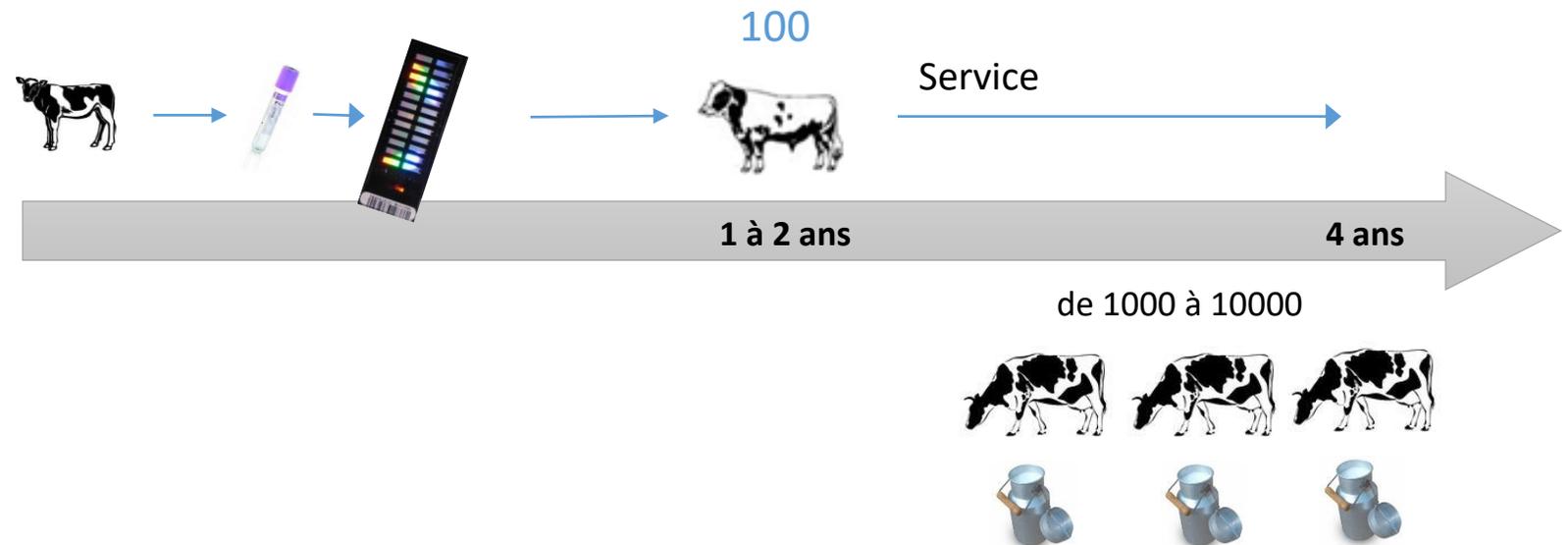
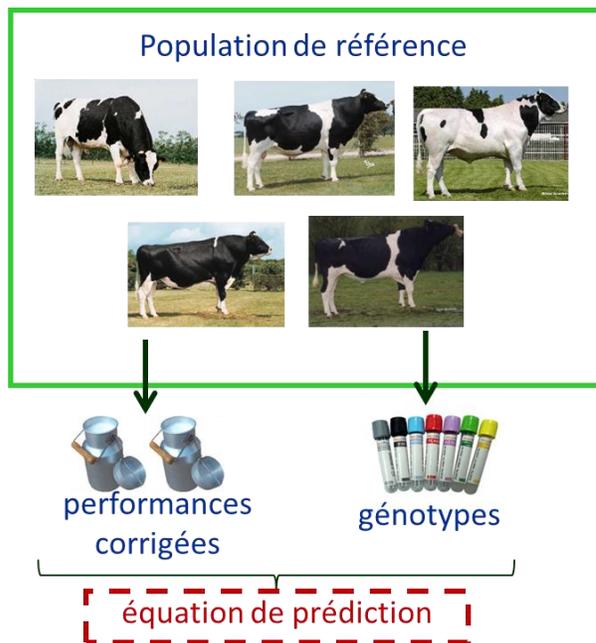
- Un processus de sélection long, entretien des taureaux dans l'attente des résultats



# La sélection génomique

## ■ Estimer le potentiel génétique par la sélection génomique

- La lecture d'informations du génome permet une prédiction précoce
- La sélection est plus rapide, le nombre de taureaux proposés aux éleveurs est plus grand
- Possible aussi sur la voie femelle



# Le rôle des entreprises de sélection

## ■ Produire de la semence fertile de taureaux améliorateurs

INDEX - PRIM'HOLSTEIN

Nom du taureau

**Disponibilité**  
 Disponible  
 Non disponible

**Zone de distribution**  
 A (ex-AMELIS)  
 B (ex-GENOE)  
 C (ex-URCEO)

**Condition d'utilisation**  
 Prêt à poser  
 Prêt à commander

**Vos objectifs de production**  
 VOLUM  
 +VALUE  
 AUTONOM  
 PATURE+

Nouveauté  
 Sans cornes  
 Semence sexée  
 Fertimax  
 Ferti+  
 Red  
 Robot  
 Résistant à la Paratuberculose

↑ Moins de paramètres

ISU  44 ⇒ 223  
 CD  70 ⇒ 95  
 INEL  0 ⇒ 92  
 TP  0 ⇒ 5.7  
 TB  0 ⇒ 11.8  
 LAIT  0 ⇒ 1898

MO  0 ⇒ 4.9  
 MA  0 ⇒ 3.8  
 CC  0 ⇒ 2.9  
 ME  0 ⇒ 2.8

STMA  0 ⇒ 4.9  
 REPRC  0 ⇒ 2.9  
 FNAI  0 ⇒ 2.8

Remettre à zéro

520 taureaux trouvés pour votre recherche : Taureaux disponibles

Nom	ISU	CD	INEL	TP	TB	LAIT
SURIBAY P	232	73	69	3.5	4.7	
SURFEUR	224	70	57	2.7	3.6	
SINATRA P	223	73	51	2.6	0.7	

### SURIBAY P

FR5344217393 98771  
 01/08/2021  
 EARL DUJARRIER PAGE  
 LE RIBAY (53)

GAMME PRIMA+ GÉNÉTIQUE Ro

« LEADER EN CARACTÈRES DE SANTÉ »

MALI P MY DREAM P MISSION P  
 JOLENE BALISTO SU  
 GARIDO GYMNAST  
 NILA STARE SUNRISE  
 KIRON  
 LA STARE



1/3

### INDEX 08/2022

ISU : 232

Index Production CD 73 / filles / troupeaux

INEL	MP	MG	TP	TB	Lait	EFA
69	51 Kg	69 Kg	3.5 %	4.7 %	886 Kg	3.0

KCAS : AB BCAS : A2A2

#### GÉNOSANTÉ

Synthèse santé 2.2  
 Acétonémie 0.6

#### Santé du pied

RLI (infectieuses) 1.1  
 RLNI (non infectieuses) 1.0

#### Index Fonctionnels

Santé Mamelle 3.2  
 Cellules 3.0  
 Mammites cliniques 2.8  
 Reproduction 3.0  
 Fertilité Vache 3.3  
 Fertilité Génisses 1.1

#### Index Morphologique CD 72 / filles / troupeaux

Index	Valeur	Qualité
Morphologie	2.7	Fort
Mamelle	1.7	Fort
Capacité corporelle	-0.7	Fort
Membres	1.5	Fort
Profondeur sillon	-0.5	Fort
Distance plancher-jarret	1.8	Fort
Équilibre	0.4	Fort
Attache avant	1.1	Fort
Hauteur attache arrière	0.8	Fort
Ecart avant trayons	0.5	Fort
Implantation arrière trayons	-0.4	Fort
Longueur trayons	0.2	Fort
Hauteur au sacrum	-0.5	Fort
Largeur de poitrine	0.3	Fort
Profondeur de corps	-1.7	Fort
Largeur aux ischions	0.1	Fort
État corporel	1.5	Fort
Aspect	-0.7	Fort

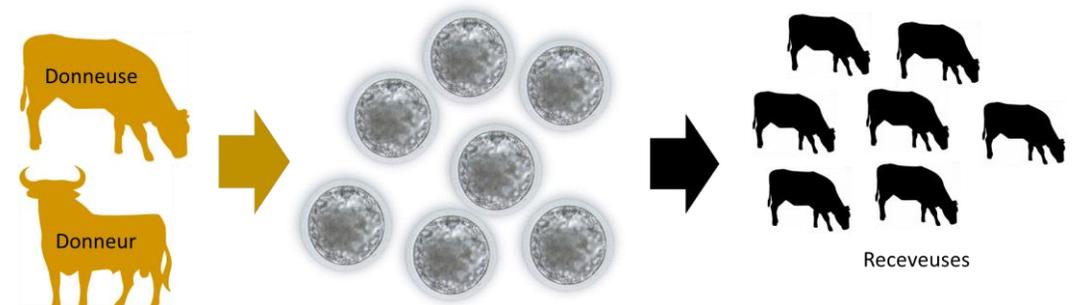
# Création génétique à l'ère de la génomique

- Maximiser les progrès génétiques pour diffuser de la semence de taureaux toujours plus performants

$$\Delta Ga = \frac{i R \sigma_A}{T}$$

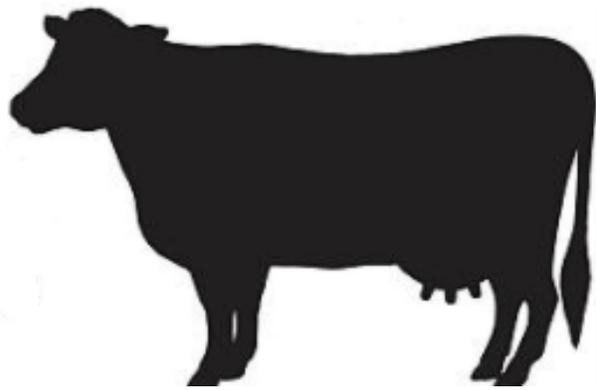
Entretien la variabilité génétique «  $\sigma_A$  »  
Augmenter la précision de sélection («  $R$  »=VCD)  
Augmenter l'intensité de sélection «  $i$  »  
Diminuer l'intervalle de génération «  $T$  »

- ↗ «  $i$  » et ↘ «  $T$  » par le recours aux technologies de l'embryon
  - Création de stations de donneuses d'embryons depuis 2010
  - Utilisation d'animaux de plus en plus jeunes



# Volumes d'activités en technologies de l'embryon

## ■ Statistiques AETE/IETS pour 2021



Produits <i>In vivo</i>	37 058	134 386	386 374
Produits <i>In vitro</i> (OPU-FIV)	4 842	34 024	1 499 136
Transférés <i>In vivo</i>	33 245	121 376	313 780
Transférés <i>In vitro</i> (OPU-FIV)	3 693	21 746	1 158 539



# Volumes d'activités en technologies de l'embryon

## ■ Les tendances de fond

- Une hausse dans l'utilisation des technologies de l'embryon
- Une production *in vitro* en hausse au détriment de l'*in vivo*

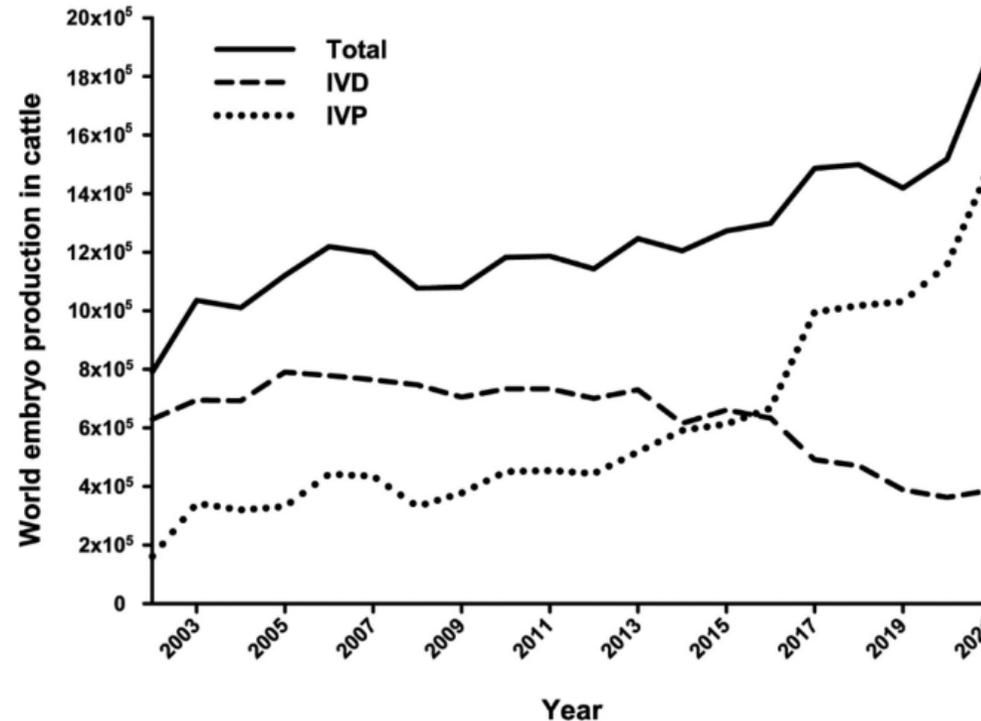


Figure 2. Number of bovine embryos (*in vivo*-derived [IVD], *in vitro*-produced [IVP], and total) recorded in the period 2002-2021.



# Diffuser la « bonne » génétique à l'ère de la génomique

- **Maximiser les progrès génétiques pour diffuser de la semence de taureaux toujours plus performants**

$$\Delta Ga = \frac{i R \sigma_A}{T}$$

Entretenir la variabilité génétique «  $\sigma_A$  »  
Augmenter la précision de sélection («  $R$  »=VCD)  
Augmenter l'intensité de sélection «  $i$  »  
Diminuer l'intervalle de génération «  $T$  »

- **↗ «  $i$  » et ↘ «  $T$  » par le recours aux technologies de l'embryon**

- Création de stations de donneuses d'embryons depuis 2010
- Utilisation d'animaux de plus en plus jeunes
- Développement de la production d'embryons *in vitro* au détriment de l'*in vivo*
- Développement du sexage et du génotypage embryonnaire
  - Transfert de tous les embryons femelles
  - Transfert des embryons mâles les plus intéressants

# Un génotypage de plus en plus précoce



Reference	No. cells per biopsy	No. biopsies	CR (%)
Le Bourhis <i>et al.</i> (2011)	5–7	12	85 ± 8 <sup>a</sup>
	8–10	14	90 ± 4 <sup>b</sup>
Fisher <i>et al.</i> (2012)	1	17	77.6 ± 6.2
	3	18	85.5 ± 2.8
	>1/2 morula	6	96.3 ± 1.7

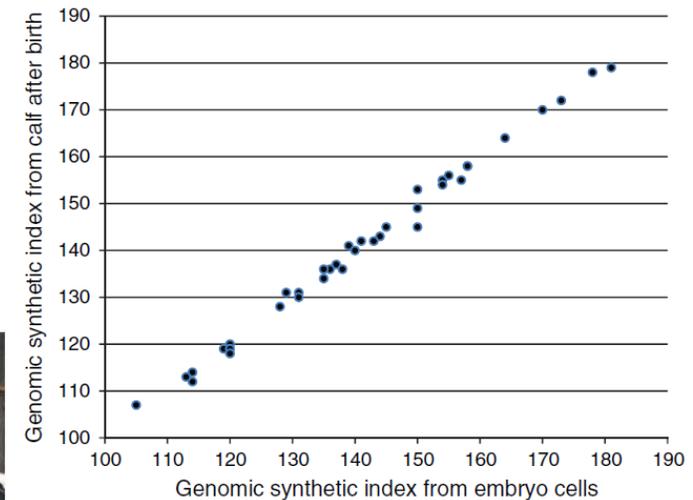


Fig. 1. Comparison between genomic synthetic indices estimated from 37 embryos and subsequent calves born (UNCEIA, unpubl. data).

# Un génotypage de plus en plus précoce

430€  
/Embryon

## SIRI PP RF sexé x ROMAN RF Suzette



Index du produit à naître *Semence sexée: 90% de femelles à naître*

ISU	TP	TB	LAIT	STMA	REPRO	MO	CC	MA	ME
191	1,6	-0,7	790	2,3	1,9	2,9	0,0	2,1	1,8

**GÉNO SANTÉ**

SANTÉ	ACETO	RLI	RLNI
1,4	-0,3	1,0	0,2

- 100% des veaux à naître sans cornes garanti, top STMA, Morpho, Mamelle et Membres !
- La moitié des veaux à naître porteur du Facteur Rouge
- MYSSI PRIN, GM de SUZETTE et mère du taureau PRINTEMPS !
- Souche DG FIDGY dont est issu le taureau MADE IN

### SIRI PP RF

SPICE P x KERROSS

ISU	LAIT	STMA	REPRO	MA	ME
193	1112	2,3	1,8	1,7	1,6

### SUZETTE

FR854800 4720

ED	ISU	TP	TB	LAIT	MP
04/23	188	2,1	-1,8	468	30
STMA	REPRO	MO	CC	MA	ME
2,2	2,0	3,3	-0,3	2,4	1,9

Naisseur de la mère:

GAEC LE PRINTEMPS (85)



CREATION



MYSSI PRIN, mère de PRINTEMPS

### ROMAN RF

### ROSY

POINTAGE				
2a7m	NG B+ 80	MA B+ 80		
LACTATION				
L1	271 J	7069	38,4	35,4

### CROWN RED

### MYSSI PRIN

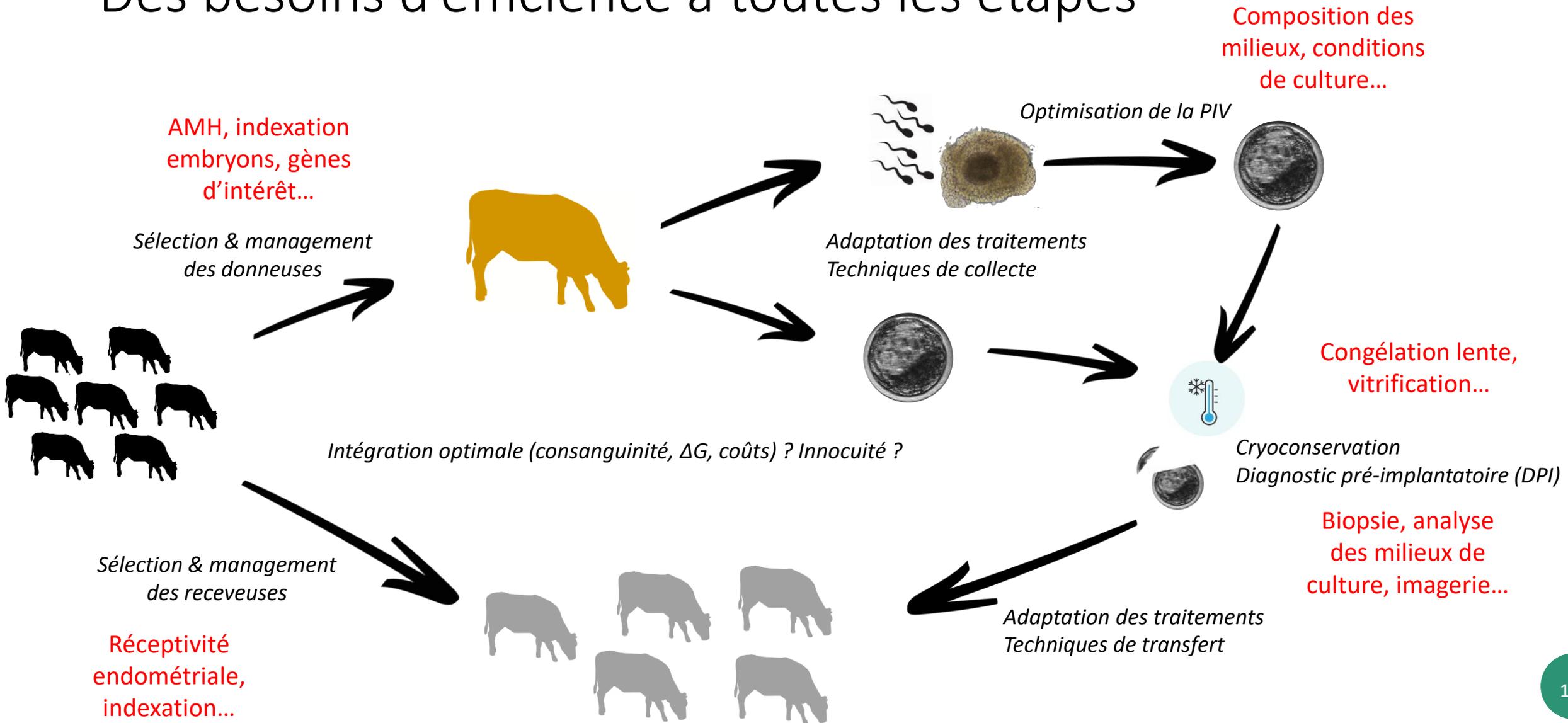
POINTAGE				
4a2m	NG B+ 84	MA B+ 83	FO TB 87	
LACTATION				
L2	305 J	11 942	43,2	31,5

### HOTROD

JALINEPRIN MA TB 85  
61 698 kg de lait produit dans sa carrière (5 lactations)



# Des besoins d'efficacité à toutes les étapes



# Genome editing et technologies de l'embryon

## ■ Introduction de mutations existantes dans d'autres races

- Evite les générations de rétrocroisement (gain de 7 à 10 ans)
- Limite l'impact négatif sur le progrès génétique

Production of hornless dairy cattle from genome-edited cell lines



NATURE BIOTECHNOLOGY VOLUME 34 NUMBER 5 MAY 2016

## ■ Créer de la diversité en introduction de néo-mutations

- Améliorer la qualité des produits
- Réduire la sensibilité aux maladies

SCIENTIFIC REPORTS

Cattle with a precise, zygote-mediated deletion safely eliminate the major milk allergen beta-lactoglobulin

Jingwei Wei<sup>1</sup>, Stefan Wagner<sup>1,2</sup>, Paul Maclean<sup>1</sup>, Brigid Brophy<sup>1</sup>, Sally Cole<sup>1</sup>, Grant Smolenski<sup>1,2</sup>, Dan F. Carlson<sup>1</sup>, Scott C. Fahrenkrug<sup>1</sup>, David N. Wells<sup>1</sup> & Götz Laible<sup>1,3</sup>

## ■ Mais quel statut pour cette technologie ?

- Juridique
- Sociétal

PNAS TALE nickase-mediated *SP110* knockin endows cattle with increased resistance to tuberculosis

Haibo Wu<sup>1,2</sup>, Yongsheng Wang<sup>1,2</sup>, Yan Zhang<sup>1,2</sup>, Mingqi Yang<sup>1</sup>, Jiaxing Lv<sup>1</sup>, Jun Liu<sup>1,2</sup>, and Yong Zhang<sup>1,2,3</sup>

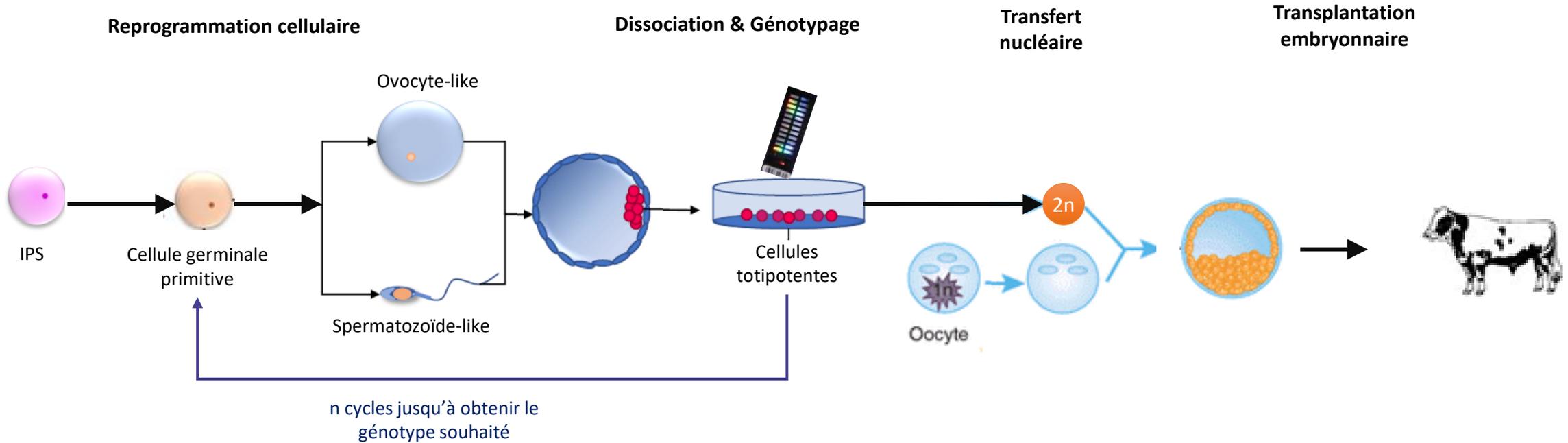
# Des schémas de sélection *in vitro* ?

Review

## In vitro breeding: application of embryonic stem cells to animal production†

Daniel E. Goszczynski<sup>1</sup>, Hao Cheng<sup>1</sup>, Sebastian Demyda-Peyrás<sup>2</sup>,  
Juan F. Medrano<sup>1</sup>, Jun Wu<sup>3</sup> and Pablo J. Ross<sup>1,\*</sup>

- Des schémas (presque) sans animaux ?



# Conclusion



*\*Take  
home message*

- **La sélection est un levier d'amélioration de l'efficacité de l'élevage**
  - Evolution des objectifs de sélection (production, BEA, impact environnemental...)
  - Un levier d'autant plus puissant avec la génomique et les technologies de l'embryon
- **Les technologies de l'embryon sont devenues des techniques indispensables à la gestion des schémas de sélection**
  - Utilisation croissante au niveau mondial (*vitro* > *vivo*)
  - Une recherche d'efficacité à toutes les étapes
- **Des technologies qui peuvent aussi constituer une alternative intéressante à l'IA**
  - Pour assurer une gestation chez des femelles infertiles (dont stress thermique)
  - Pour répondre à des besoins de filière
- **Des développements technologiques qui s'accélèrent...**
  - La technologie va souvent plus vite que leur « appropriation » par la société
  - Comment avoir des débats éclairés dans le contexte actuel ?

Merci pour votre attention !  
Des questions ?



[www.eliance.fr](http://www.eliance.fr)

[pascal.salvetti@eliance.fr](mailto:pascal.salvetti@eliance.fr)



**ELIANCE**  
Des éleveurs. Une ambition.



Eliance