

La sélection génomique au SYSAAF aquacole



Romain Morvezen, Sophie Brard-Fudulea, Daniel Guémené, Pierrick Haffray

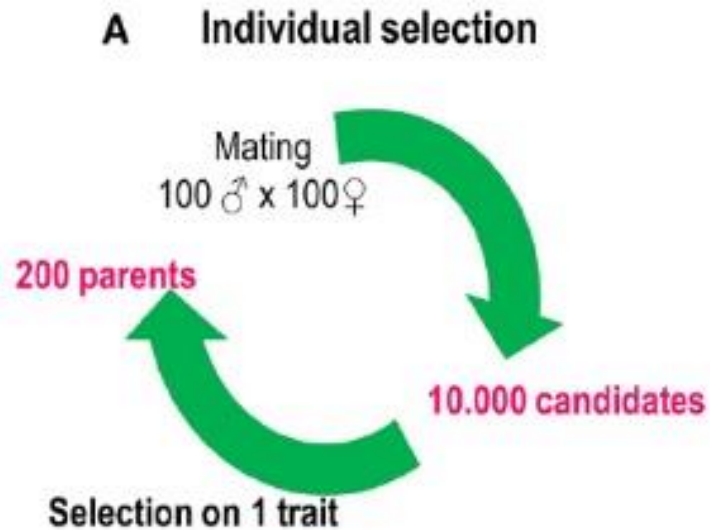


En collaboration avec : Jonathan d'Ambrosio, Ronan Griot, Clémence Frasin, Florence Phocas, François Allal, Marc Vandeputte, Mathilde Dupont-Nivet, Yann Guiguen, Jean-Baptiste Lamy, Pierre Boudry, etc...

-> Et (surtout) avec les sélectionneurs du SYSAAF !

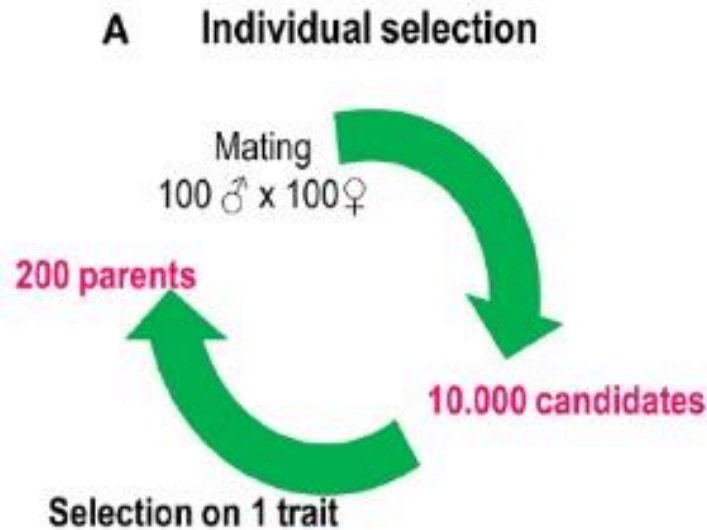
La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

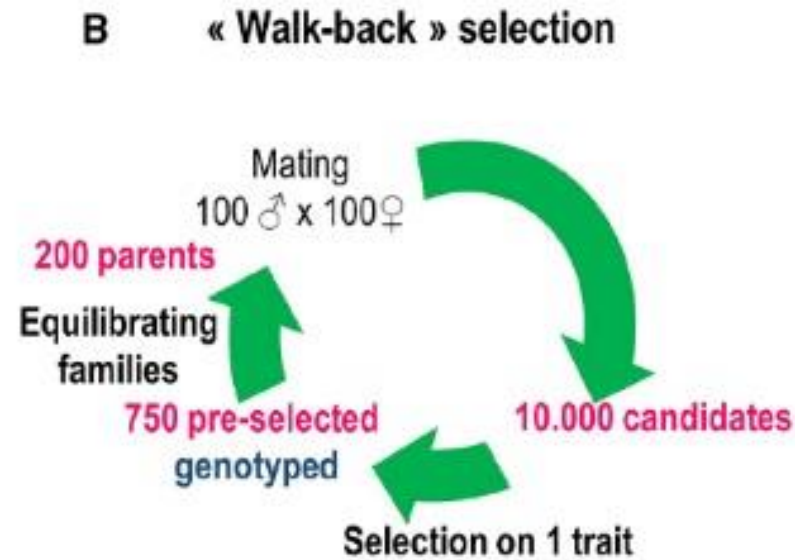


Sélection massale simple

La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

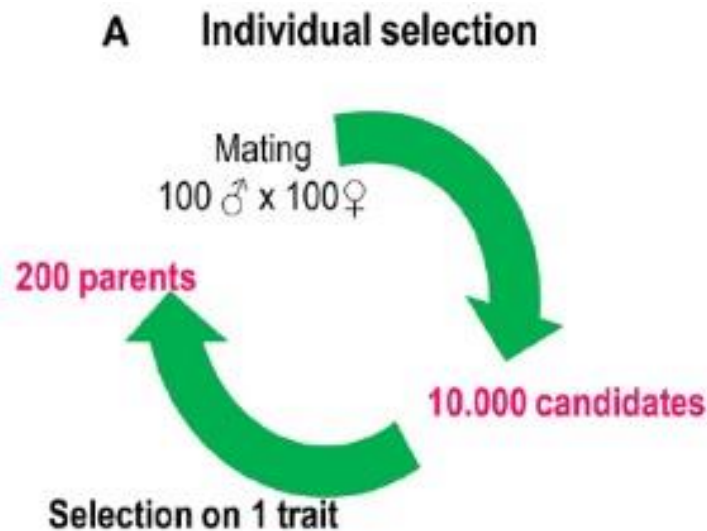


Sélection massale simple

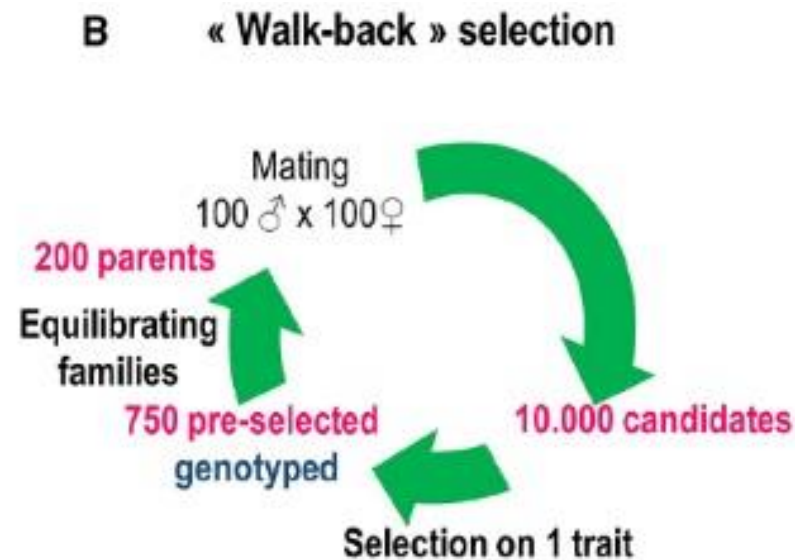


Sélection massale assistée
par les empreintes génétiques

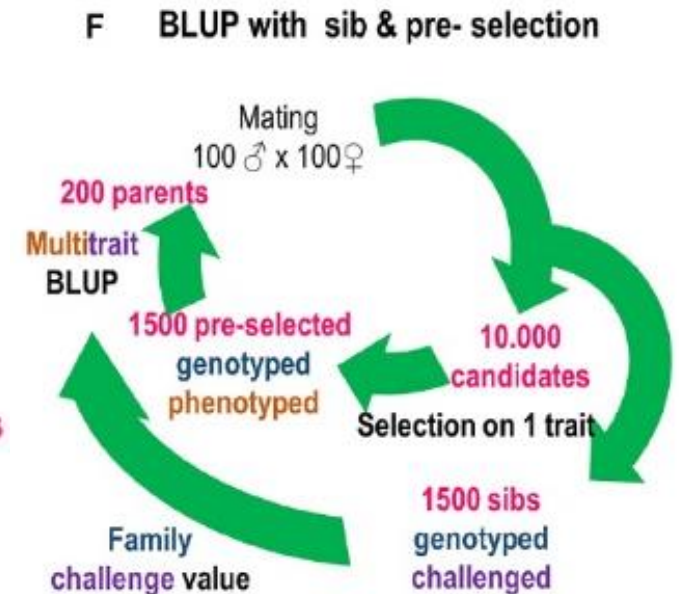
La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?



Sélection massale simple



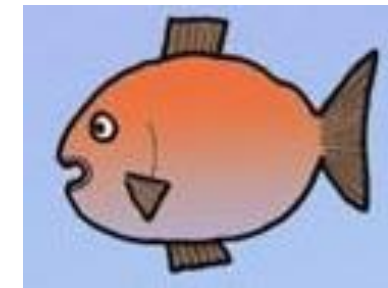
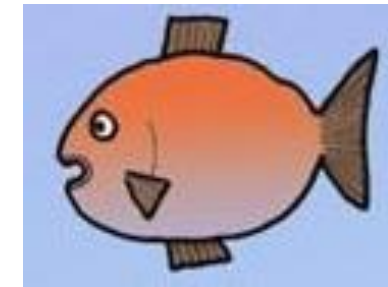
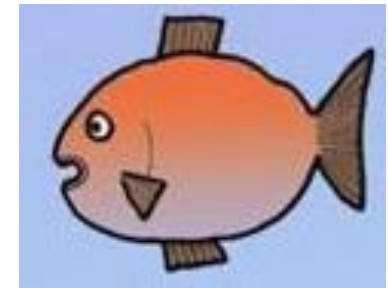
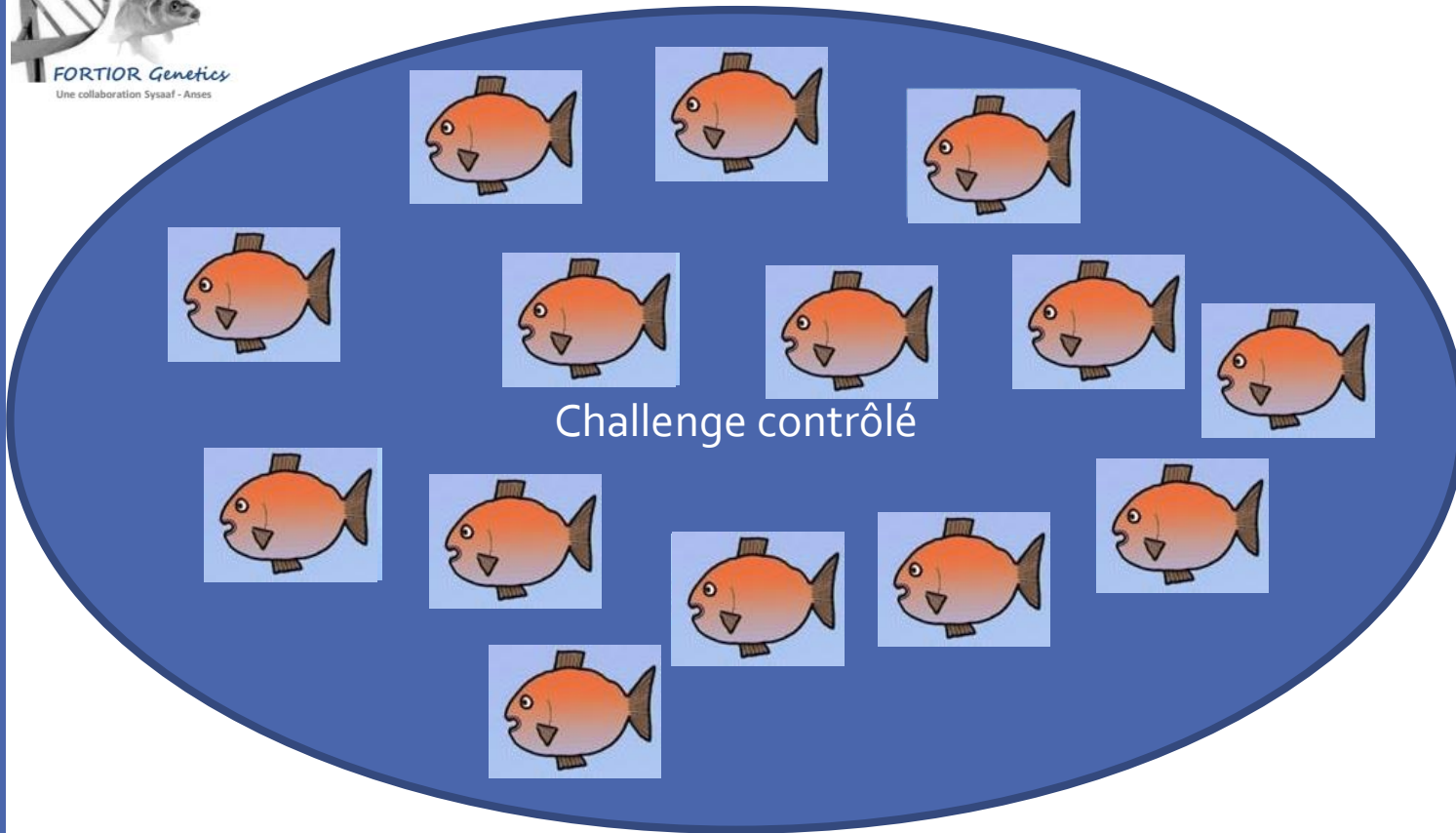
Sélection massale assistée
par les empreintes génétiques



Sélection massale combinée à
une sélection sur collatéraux

La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

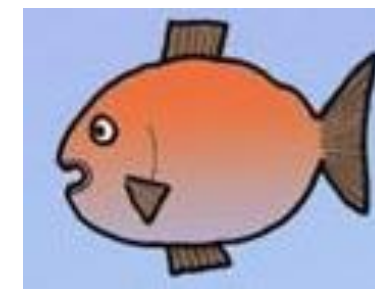
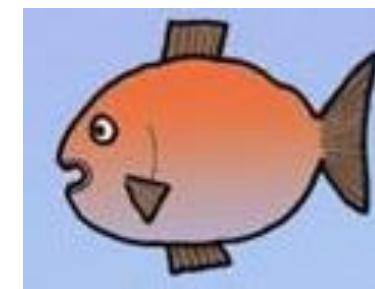
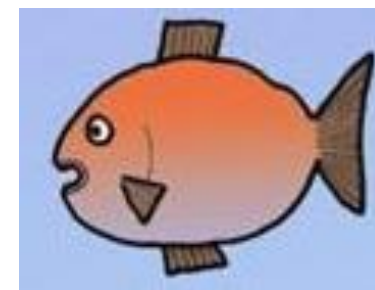
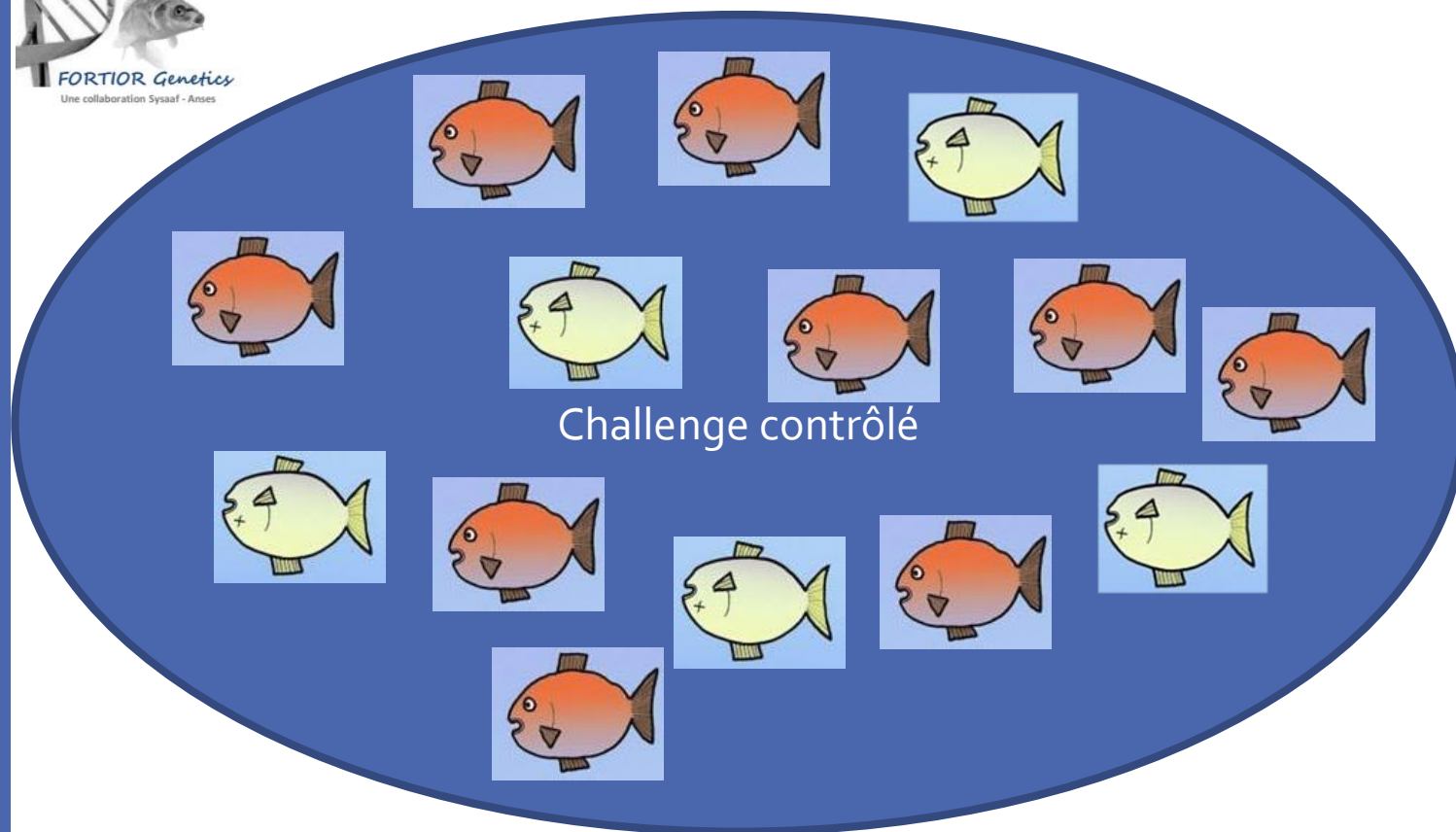
Exemple : Amélioration génétique de la résistance à une maladie



Reconstruction du pedigree par microsatellites

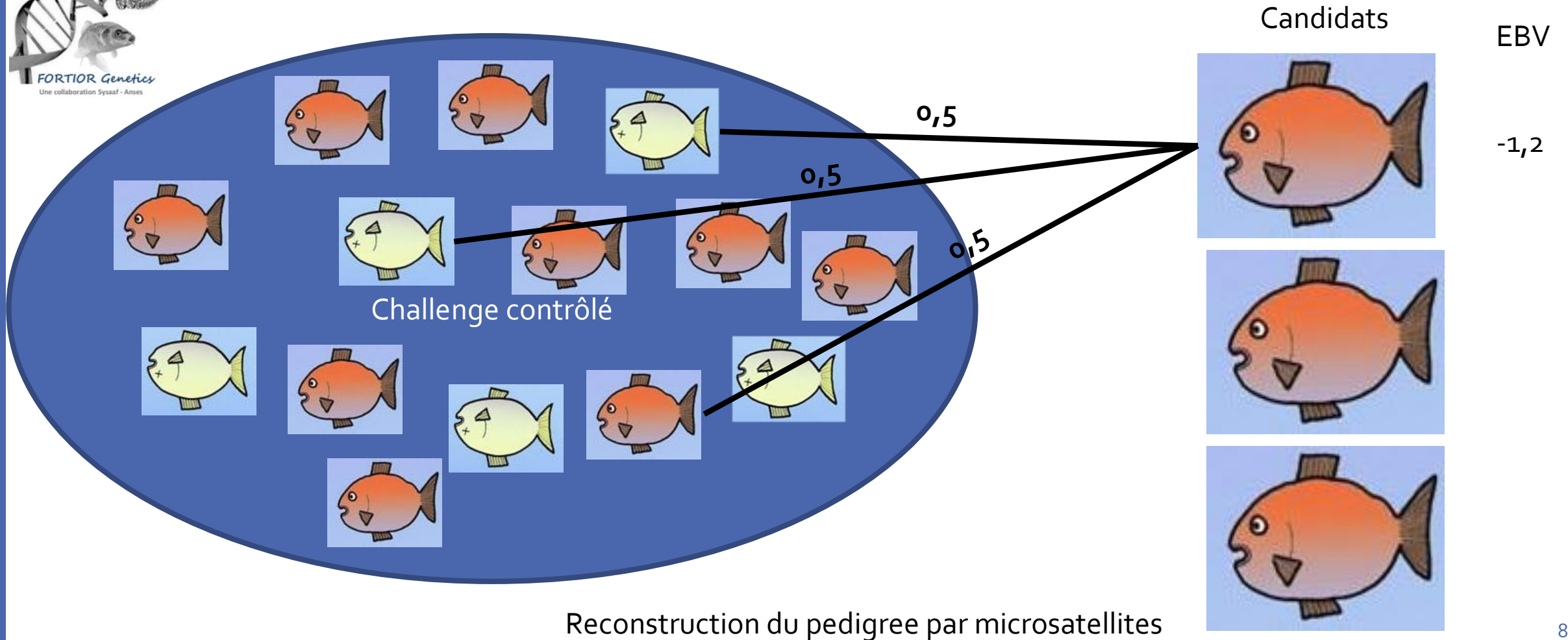
La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

Exemple : Amélioration génétique de la résistance à une maladie



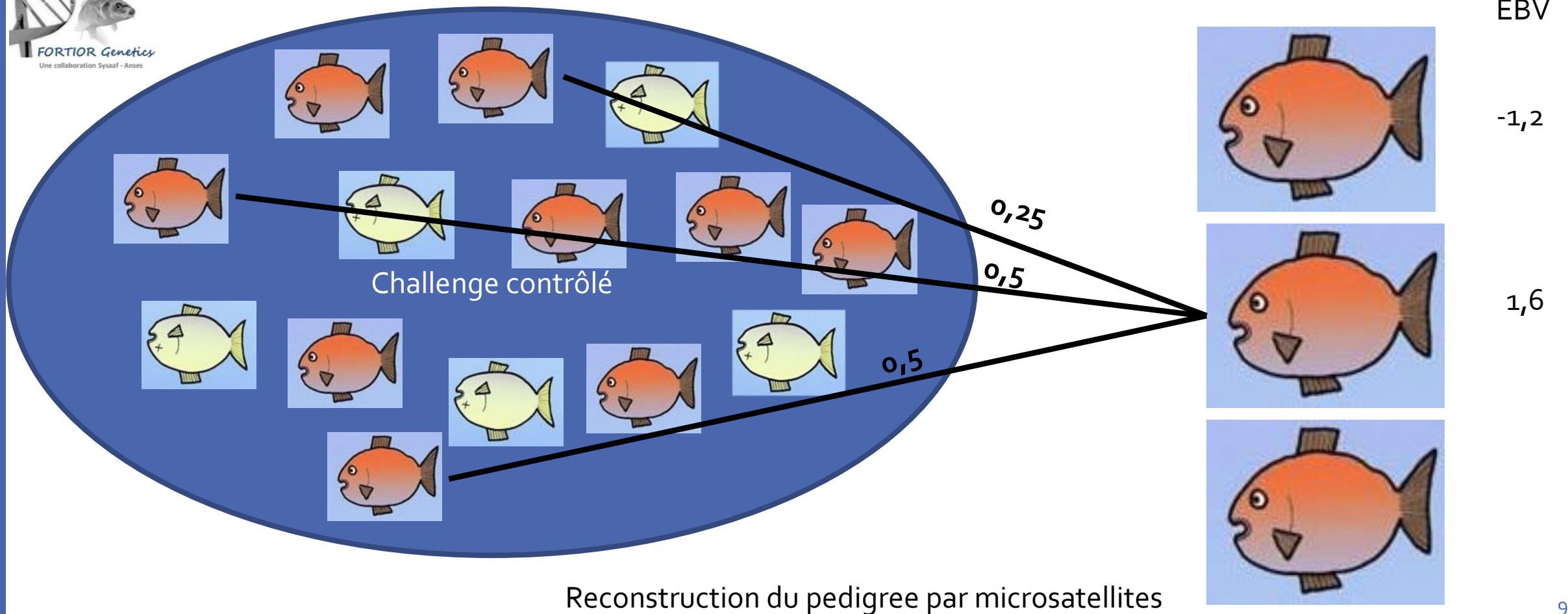
La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

Exemple : Amélioration génétique de la résistance à une maladie



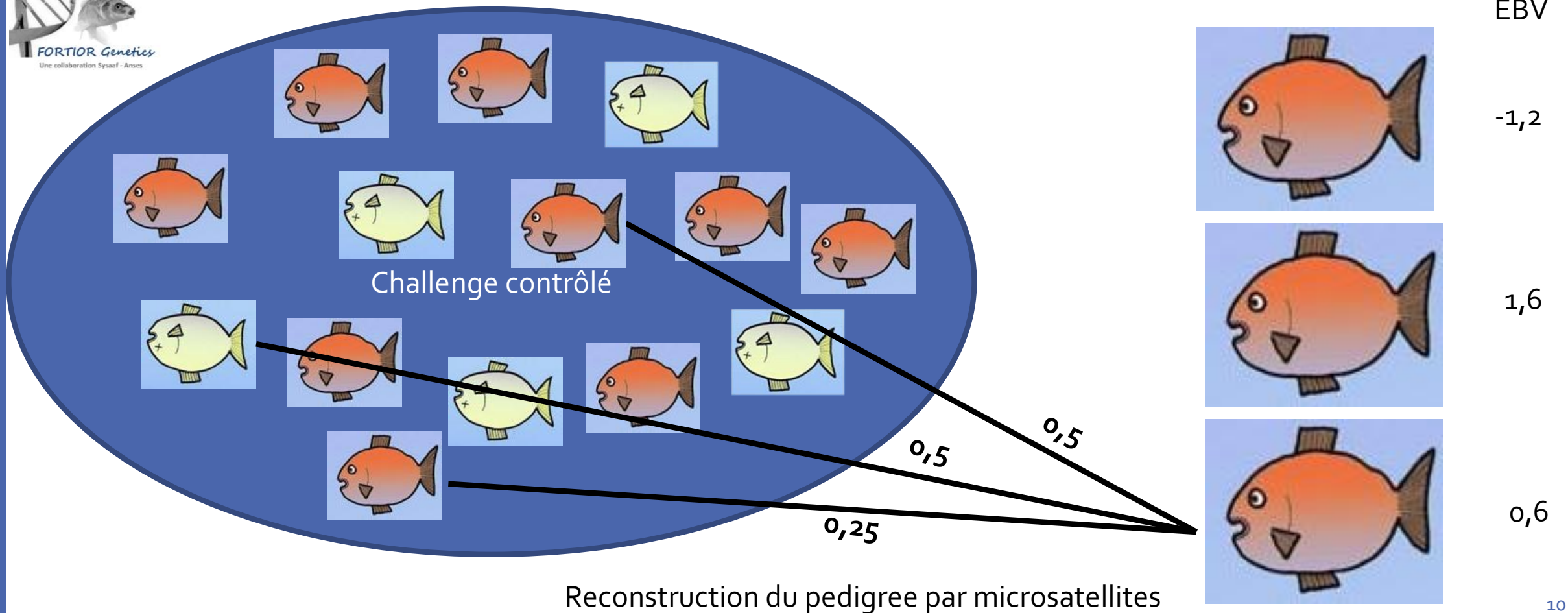
La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

Exemple : Amélioration génétique de la résistance à une maladie



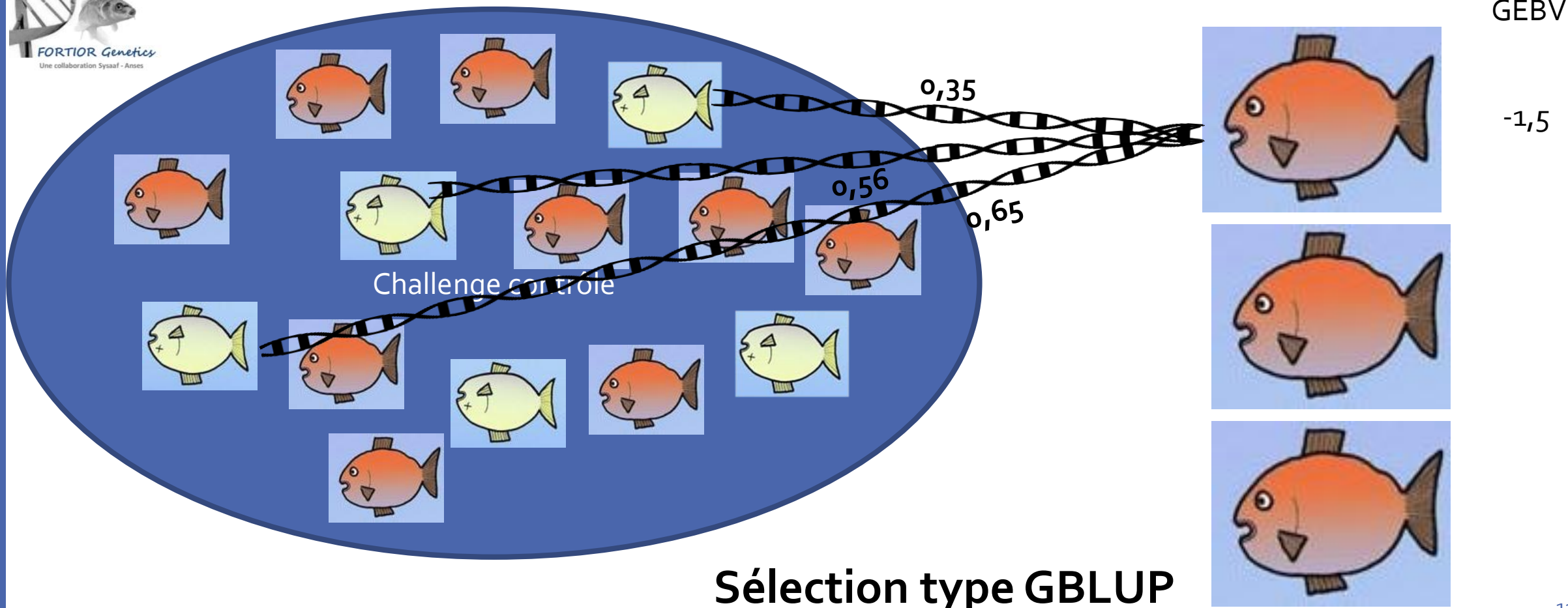
La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

Exemple : Amélioration génétique de la résistance à une maladie



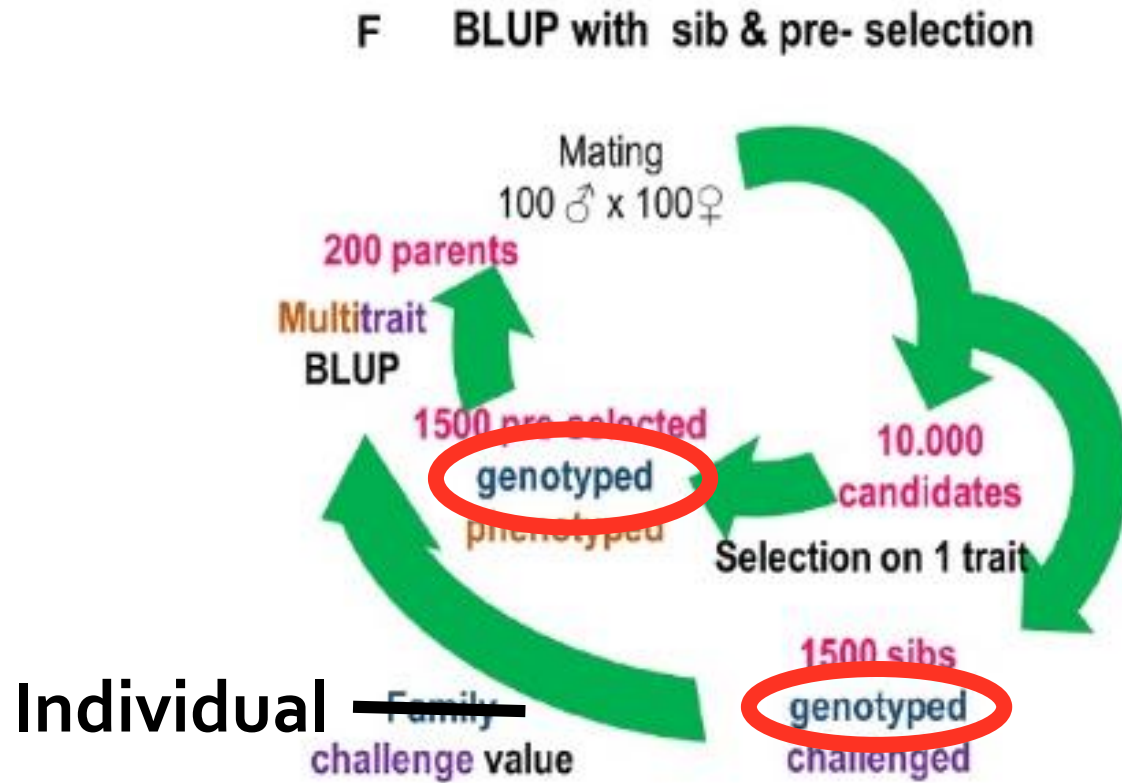
La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

Exemple : Amélioration génétique de la résistance à une maladie



La sélection génomique, qu'est-ce que c'est ?

Exemple d'une sélection sur collatéraux pour l'amélioration de la résistance aux maladies



Remplacement de l'assignation de parenté par des outils génomiques

Gain (théorique) de précision de la sélection

$$\Delta G = \frac{i \rho \sigma_a}{L}$$

A blue arrow points to the ρ term in the numerator, and a green arrow points to the L term in the denominator.

Les outils génomiques

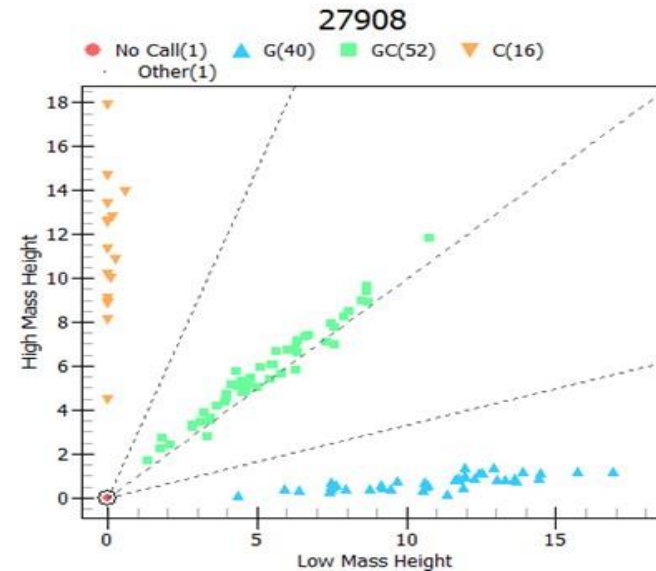
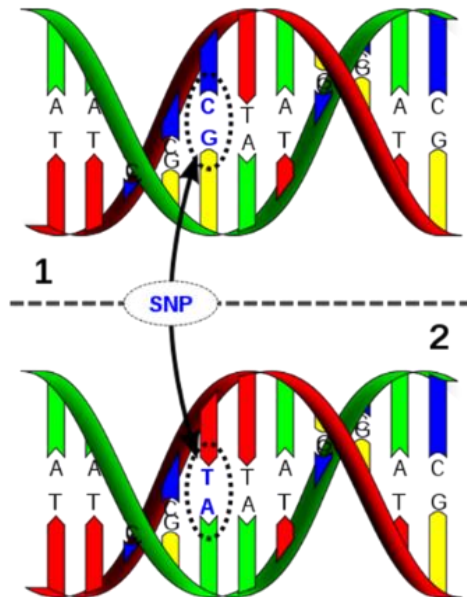
= Un grand nombre de SNPs (*Single Nucleotide Polymorphism*)

Chromosome maternel :

AGGGCA^GGCAAGCAT

Chromosome paternel :

AGGGCA^AGCAAGCAT



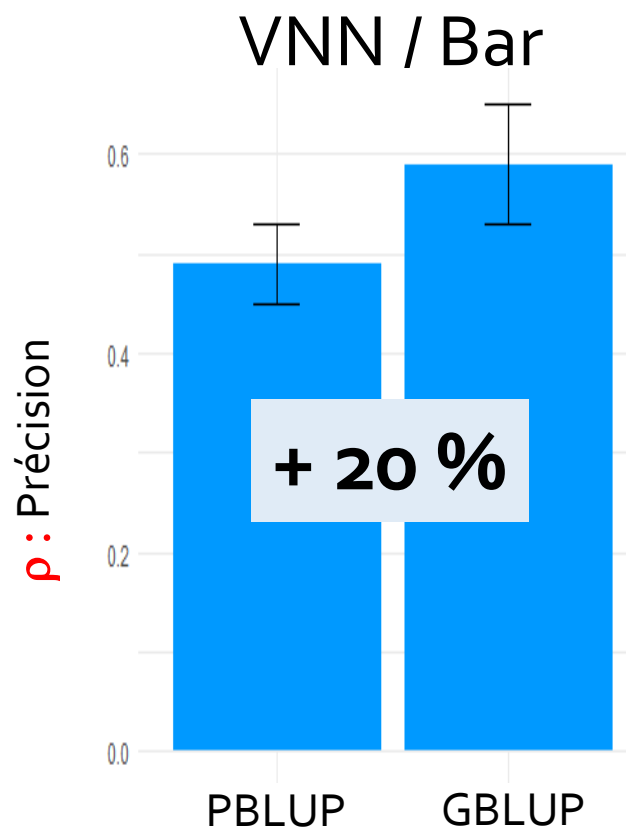
Les outils génomiques

= Un grand nombre de SNPs

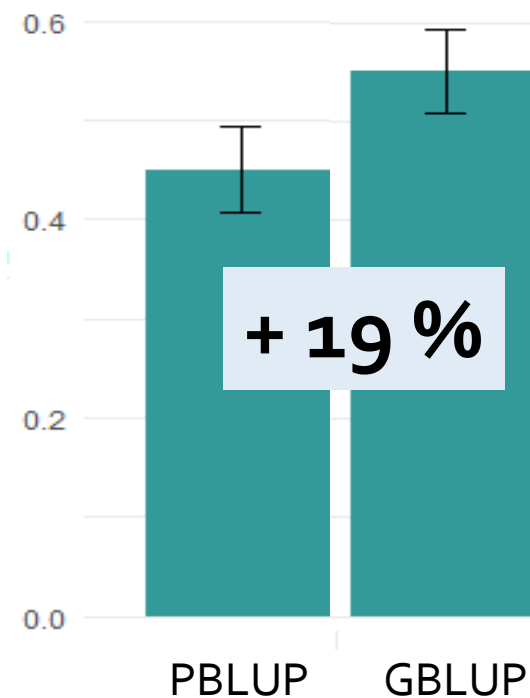
Species	Number SNPs	Assay Type	Reference
Saumon Atlantique (<i>Salmo salar</i>)	132K	Affymetrix Axiom	Houston et al., 2014
Tilapia du Nile (<i>Oreochromis niloticus</i>)	50K	Illumina	Yanez, ISGA 2018
Barbue de rivière (<i>Ictalurus punctatus</i>) & Poisson-Chat Bleu (<i>Ictalurus furcatus</i>)	250K	Affymetrix Axiom	Liu et al., 2014
Barbue de rivière (<i>Ictalurus punctatus</i>) & Poisson-Chat Bleu (<i>Ictalurus furcatus</i>)	690K	Affymetrix Axiom	Zeng et al., 2017
Truite Arc-En-Ciel (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	57K	Affymetrix Axiom	Palti et al., 2015
Bar européen (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	57k	Affymetrix Axiom	Allal et al. ISGA 2018
Huitre creuse (<i>Crassostrea gigas</i>)	190K	Affymetrix Axiom	Qi et al., 2017
Huitre creuse (<i>Crassostrea gigas</i>) & Huitre plate (<i>Ostrea edulis</i>)	41K / 15K	Affymetrix Axiom	Gutierrez et al., 2017

Liste non exhaustive...

R&D au SYSAAF



Pasteurelle / Daurade



$$\Delta G = \frac{i \rho \sigma_a}{L}$$

Besoin de développement d'outils : projet GeneSea (bar / daurade)

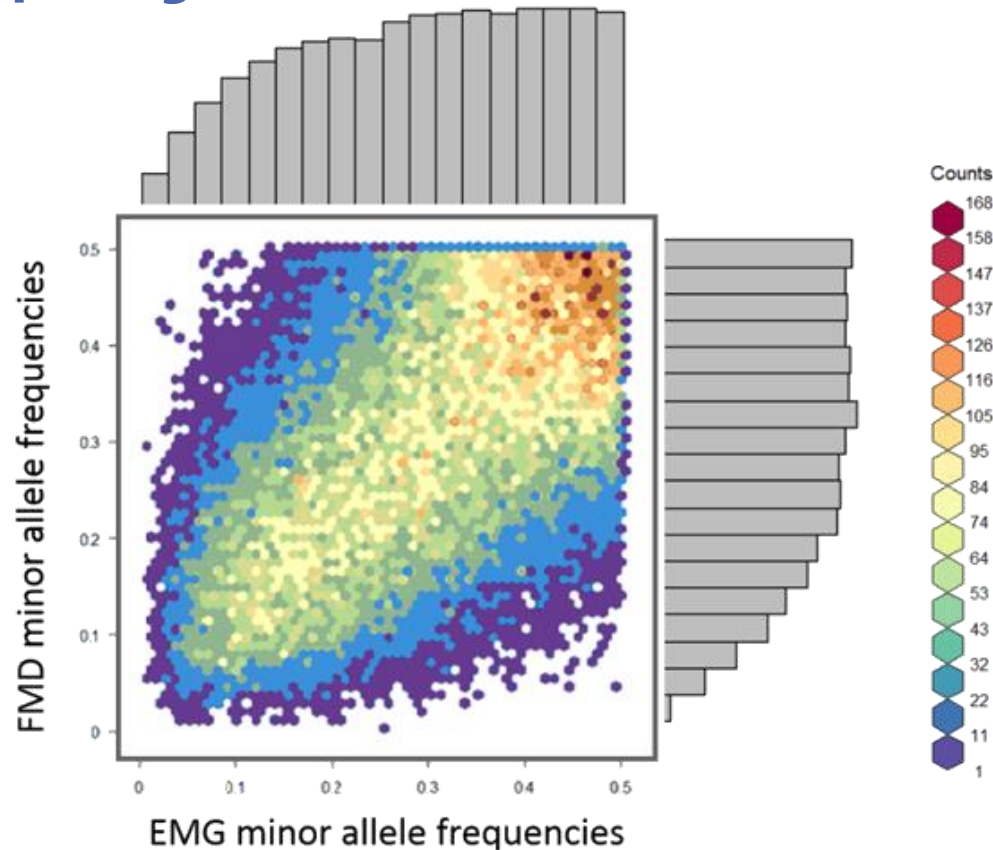


Figure 2. Bar plots of minor allele frequencies (MAF) in two commercial populations of FMD and EMG, and comparative scatter plot of MAF coloured by counts of SNP markers.

Puce Bar : Allal et al. 2018

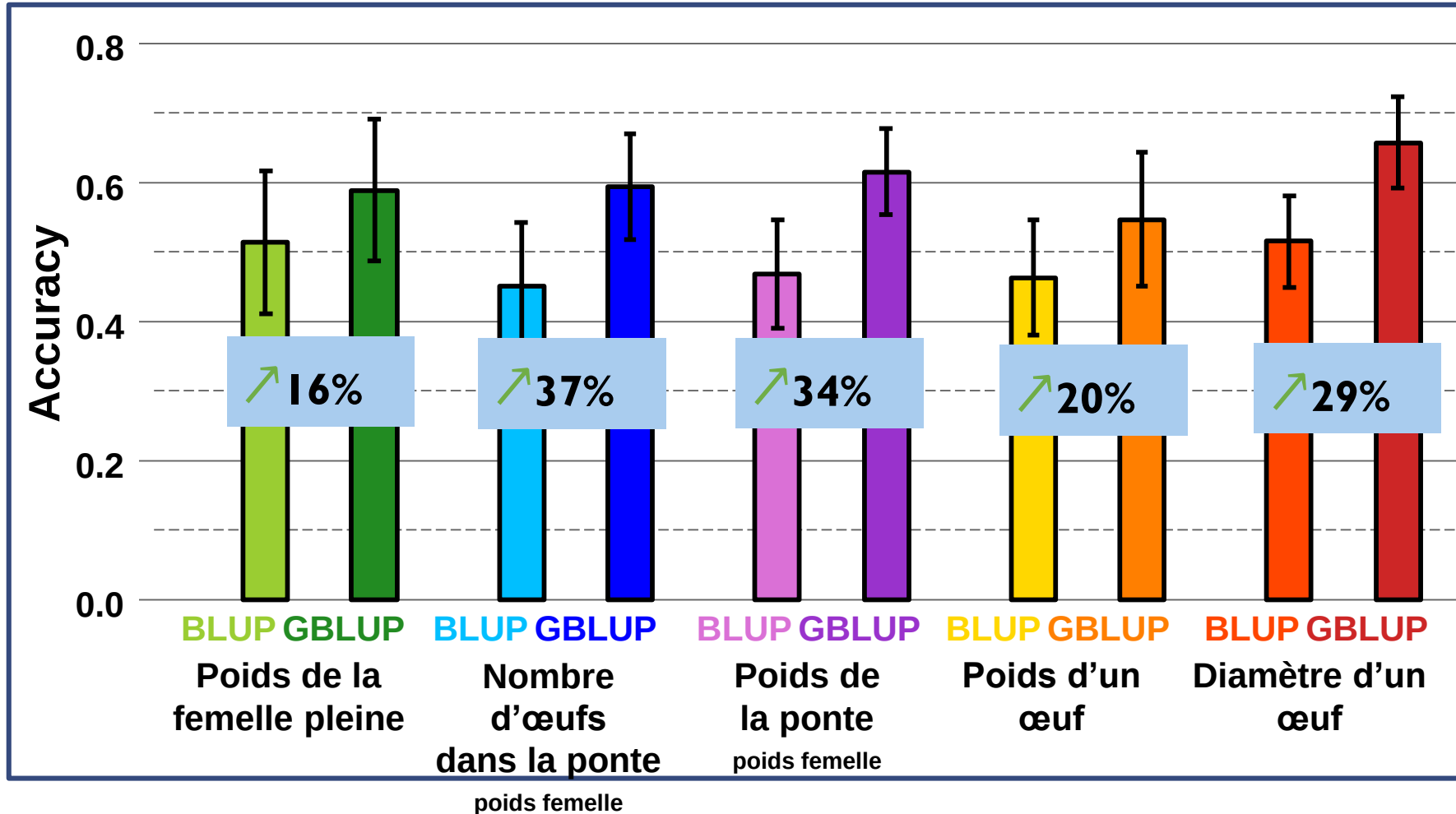


Puce Daurade : test en cours en ce moment même



R&D au SYSAAF

Truite Arc-En-Ciel et caractères de pontes



SG-Truite (thèse J. d'Ambrosio)

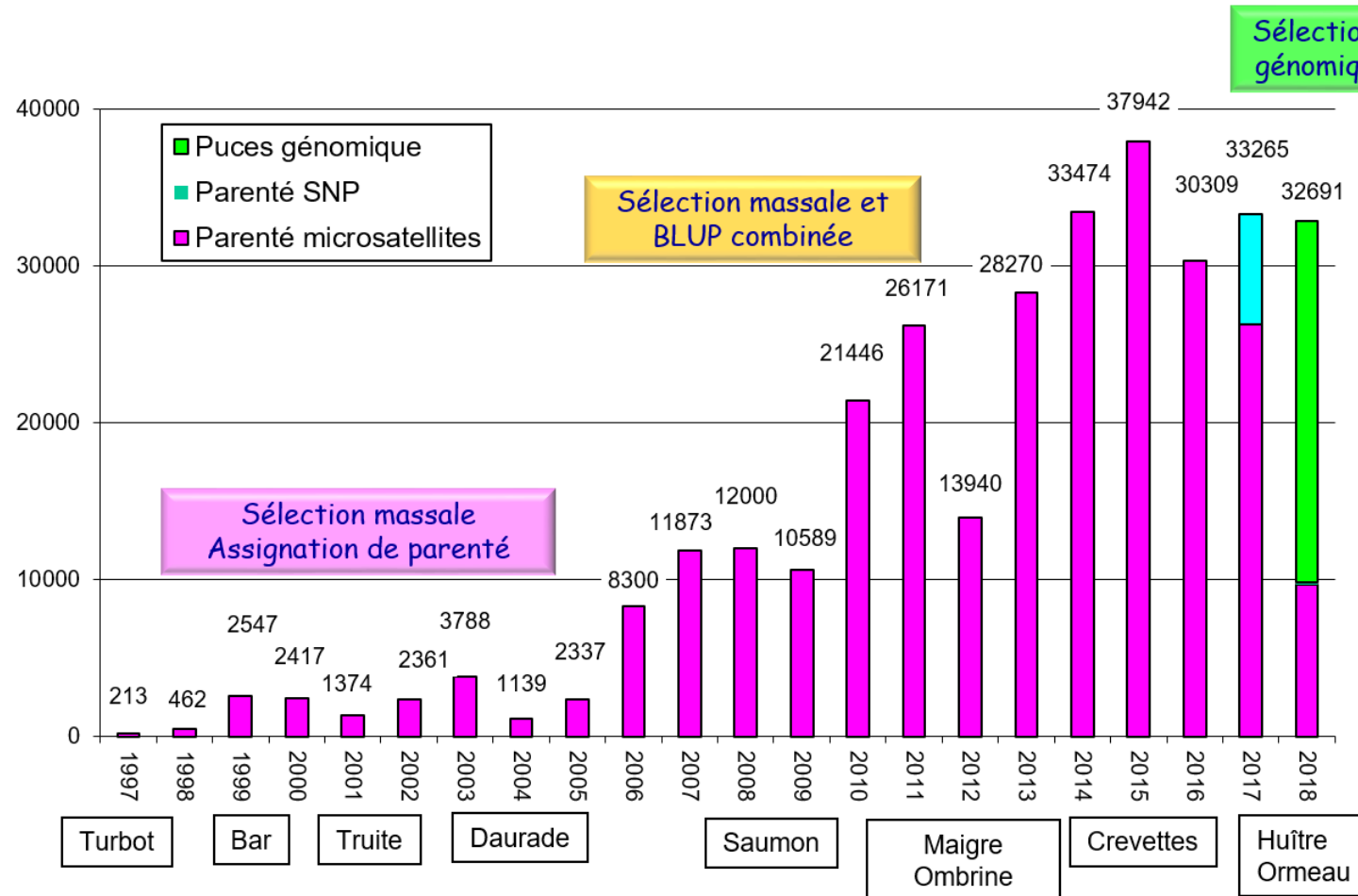
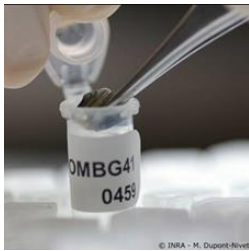


R&D sélection génomique au SYSAAF

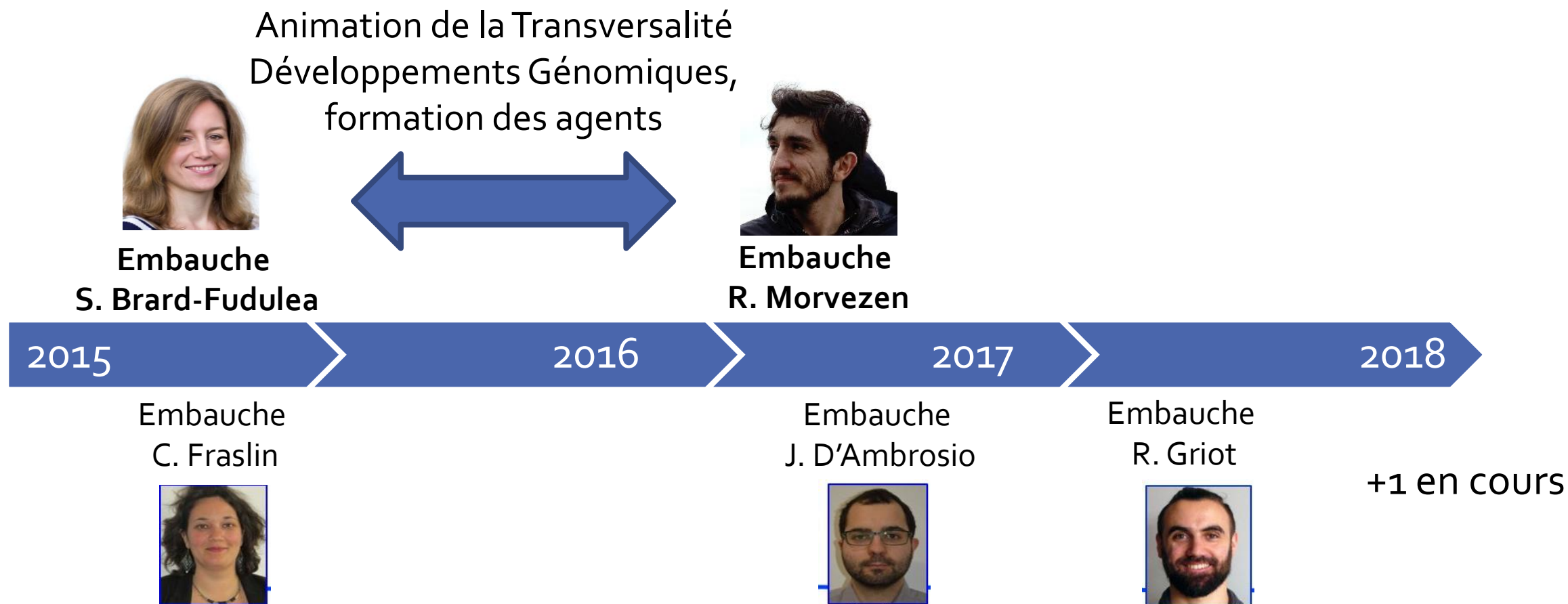
En résumé, dans des projets de recherches; test de la sélection génomique pour les caractères suivants :

Caractères	Espèce	Projet	Adhérent(s) impliqué
Ponte	Truite	SG-Truite	Viviers
Résistance IPN	Truite	SG-Truite	Bretagne Truite
Résistance Flavobactériose	Truite	57k Truite	Bretagne Truite
Découpe et Qualité	Truite	SG-Truite	Aqualande
Teneur Omega 3	Truite	SG-Truite	Aqualande
Résistance VNN	Bar	FishBoost / GeneSea	FMD, EMG
Résistance Vibrio	Bar	FishBoost / GeneSea/ AqualImpact	EMG
Efficacité alimentaire	Bar	SELFIE / AqualImpact	EMG
Résistance Pasteurelle	Daurade	FishBoost / GeneSea	FMD
Teneur Omega 3	Daurade	AqualImpact	FMD
Rendement Caviar	Esturgeons	S'Sturgeon	Sturgeon
Qualité / teneur biochimique	Huitre	Quality-Huitre	Vendée Naissain / SATMAR

Intégration des outils de la génomique par les entreprises de sélection aquacoles françaises



- Des recrutements pour répondre aux nouveaux développements internes (2 salariés) et nouveaux défis en R&D (3 thèses CIFRE)



- Des adaptations des outils informatiques du SYSAAF
 - Développement de nouvelles procédures, chaines de traitement de données
 - Utilisation des capacités de puissance de calcul haut débit (CTIG-INRA)
 - Nouveaux besoin de stockages de données (une puce = 4Go de données)
- Veille technologique et scientifique d'un domaine en progrès très rapide
 - Organisation de journées techniques génomiques à destination des sélectionneurs (1ere : 2015 ; 2eme : automne 2019)

Renforcements des collaborations avec nos partenaires académiques français et européens



Diversification des entreprises de service de génotypage



Le futur : application à d'autres espèces

Projets S'Sturgeon



- Analyse et séquençage du génome d'une espèce polyploïde : l'Esturgeon du Danube (*A. gueldenstaedtii*)
- Développement d'une puce génomique 600k marqueurs et bi-espèce (*A. gueldenstaedtii* et *A. baerii*)
- Mise en place et développement de la sélection génomique chez deux espèces d'esturgeons (*A. gueldenstaedtii* et *A. baerii*)
 - Indexation et sélection plus précoces des géniteurs à partir des performances des générations précédentes
 - Sélection par rapport au sexe des individus
 - Diminution des densités d'élevage & réduction de l'intervalle de génération (8 ans actuellement)
 - Réduction des coûts de production

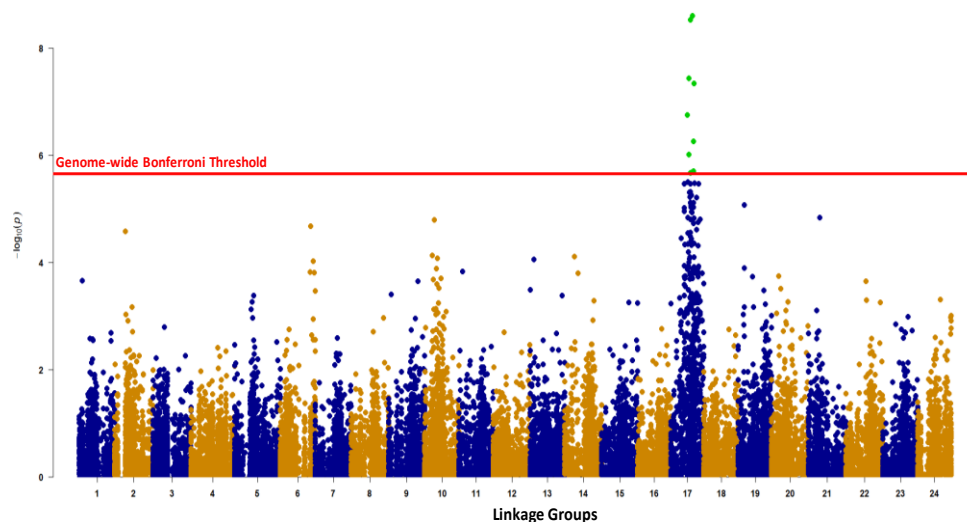


Le futur : optimisation des coûts et des programmes de sélection

- Peut-on réduire le nombre de SNP génotypés ?
- Peut-on réduire le nombre d'animaux phénotypés et génotypés ?
- Peut-on sélectionner plus précocement (réduction de l'intervalle de génération)

Le futur : optimisation des coûts et des programmes de sélection

- Peut-on réduire le nombre de SNP génotypés ?
- Peut-on réduire le nombre d'animaux phénotypés et génotypés ?
- Peut-on sélectionner plus précocement (réduction de l'intervalle de génération)
- Approche GWAS / QTL : sélection assistée par marqueurs ?



Manhattan plot d'association des SNPs avec la survie (binaire) (Challenge Pasteurelle sur la Daurade)

% de la variance génétique expliquée : 13,28-16,14%

Le nerf de la guerre est, et restera, le phénotype

À l'heure de la génomique, le phénotype est roi



Phénotypage sur le terrain



Plateforme des challenges pathogènes



Phénotypage par IRM



Phénotypage par spectrométrie



Vision numérique

