



Masculinisation spontanée chez la truite arc-en-ciel : de nouvelles régions du génome identifiées



Clémence FRASLIN

C. Fraslin, A. Bestin, N. Dechamp, F. Krieg,
E. Belmonte, C. Poncet, P. Hocdé, P. Haffray,
Y. Guiguen, F. Phocas et E. Quillet

Contexte de l'étude

Un déterminant génétique majeur du sexe chez la truite

- ❖ Déterminant majeur du sexe → gène *SdY* (Yano *et al.*, 2012)
 - XX (♀) – XY (♂)

Avec des exceptions à la règle

- ❖ Individus masculinisés
 - Populations expérimentales gynogénétiques (XX)
 - Détection de zones (QTL) du génome associées à la masculinisation (Guyomard *et al.*, 2012)
 - Effet de la température (T° élevée ↗ masculinisation, Valdivia *et al.*, 2014)
 - Populations d'élevage en monosex femelle : cf poster A. Bestin

Objectifs de l'étude

- ❖ Préciser l'impact d'un traitement thermique chaud précoce sur le sexe phénotypique
- ❖ Explorer les bases génétiques de la masculinisation spontanée (QTL)
- ❖ Contrôler le phénomène
 - Pour le limiter (production monosexue femelle)
 - Pour le favoriser (neomâles sans hormones)

Protocole expérimental

Traitement thermique chaud

		Résorption	Elevage	Sexage AVRIL	Sexage SEPTEMBRE
5 factoriels (Juin 2017) 10 femelles x 10 neomâles	Incubation	12°C	12-14,5°C	n = 6 554	n = 3 456
	Incubation	18°C (1100 °-J)	12-14,5°C	n = 6 681	n = 3 513

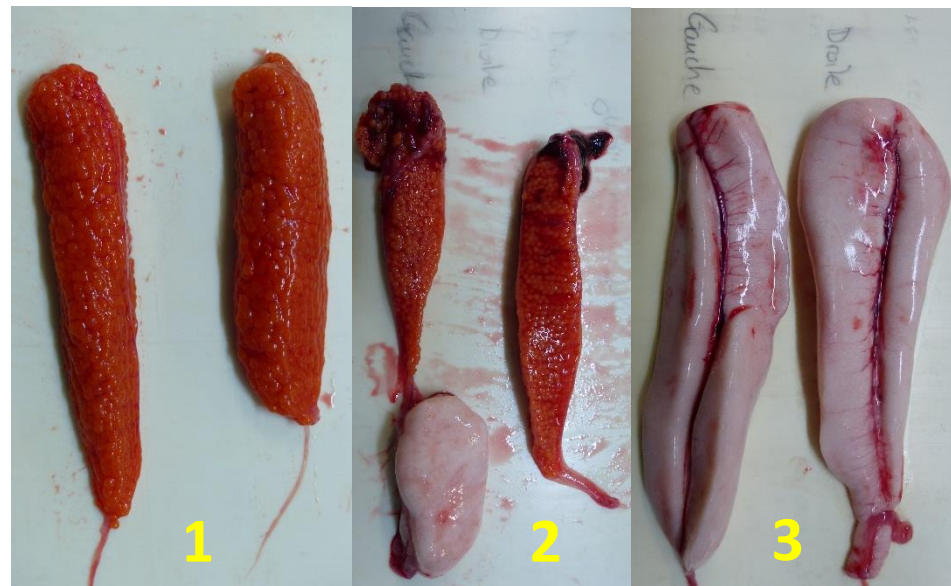
Protocole expérimental

Sexage des individus

Examen visuel des deux gonades :

1. Femelle
2. Intersexué
3. Mâle

(observation sous loupe binoculaire et/ou contrôle histologique ultérieur)



Résultats

Sexage des individus

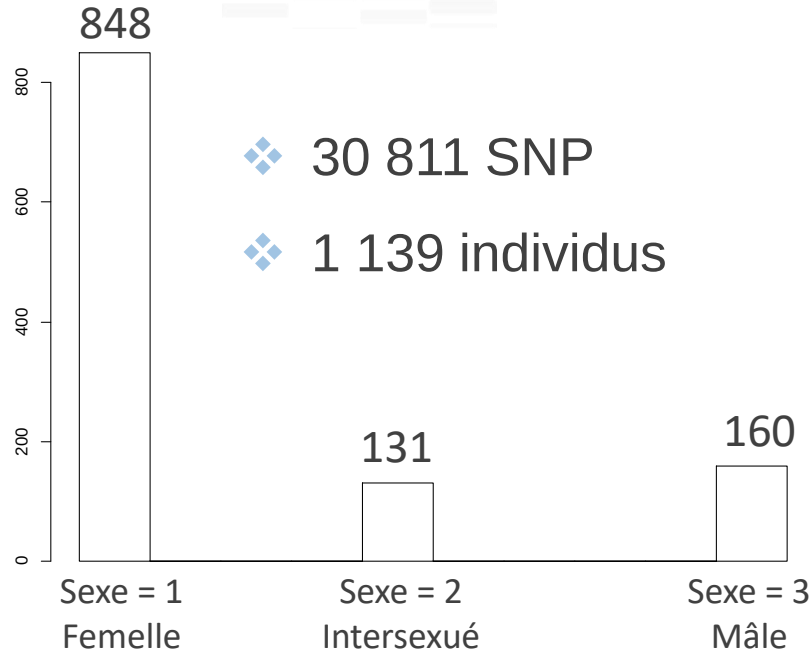
	Lot 12°C	Lot 18°C
Total d'individus	10 010	10 194
Femelles	9 771	10 061
Mâles	126	35
Intersexués	78	54
Indéterminés	40	44
Mâles (%)	1,21	0,34
Intersexués (%)	0,78	0,53
Individus masculinisés (M + I) (%)	1,99	0,87

❖ Prélèvement de nageoires (génotypage) :

- 858 Femelles
- 133 Intersexués
- 161 Mâles

Génotypage

57K SNP Axiom™ Trout Genotyping Array



❖ 30 811 SNP

❖ 1 139 individus

❖ $h^2_g = 0,51 \pm 0,05$

❖ $V_P = 0,43 \pm 0,02$

❖ $V_G = 0,22 \pm 0,03$

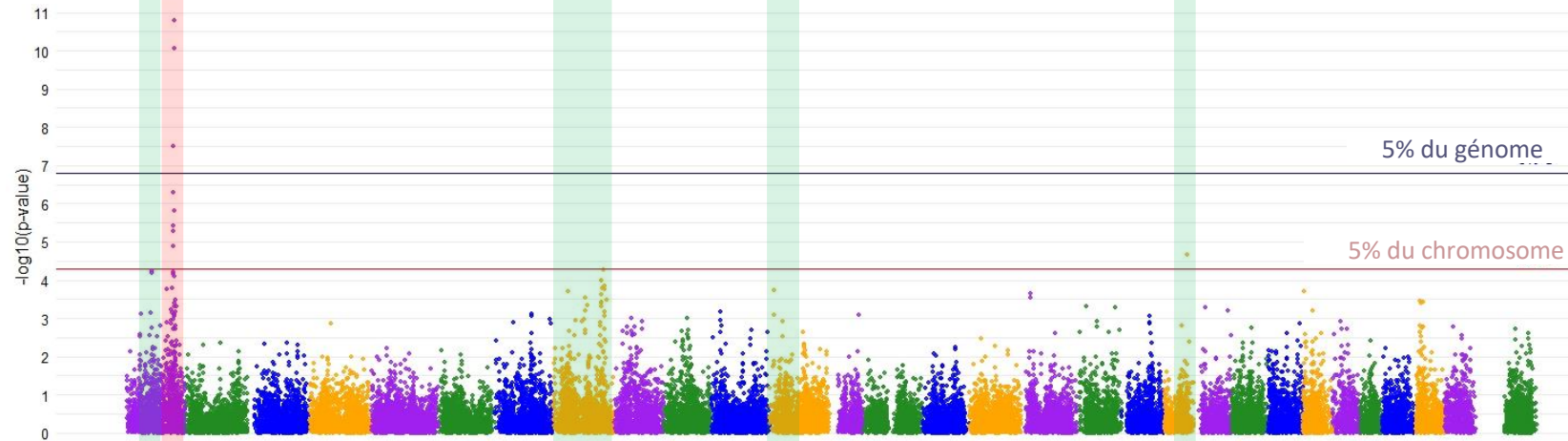
❖ $V_E = 0,21 \pm 0,02$

Genome Wide Association Studies

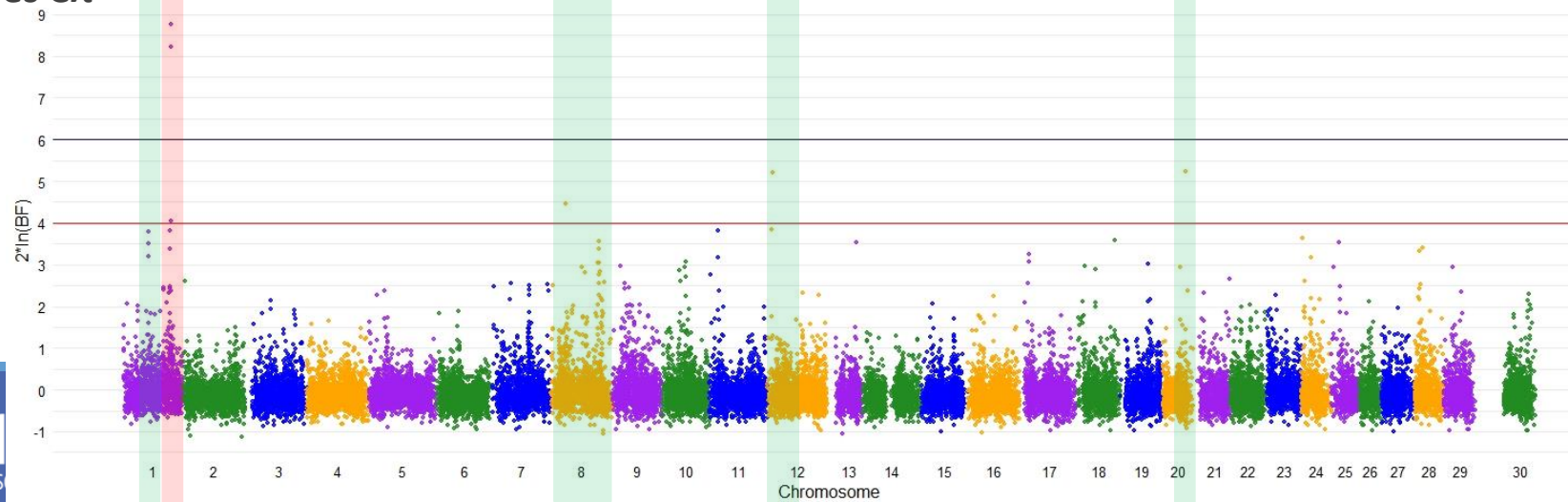
Estimer les effets des QTL

- ❖ Régression multi-marqueurs (GBLUP) :
 - Estime simultanément les effets des 30 811 SNP
- ❖ Approche Bayésienne de sélection de variables (Bayes $C\pi$) :
 - Estime simultanément les effets de 1 000 marqueurs
 - Échantillonnage répété des 1 000 marqueurs parmi les 30 811
- ❖ T° en effet fixe

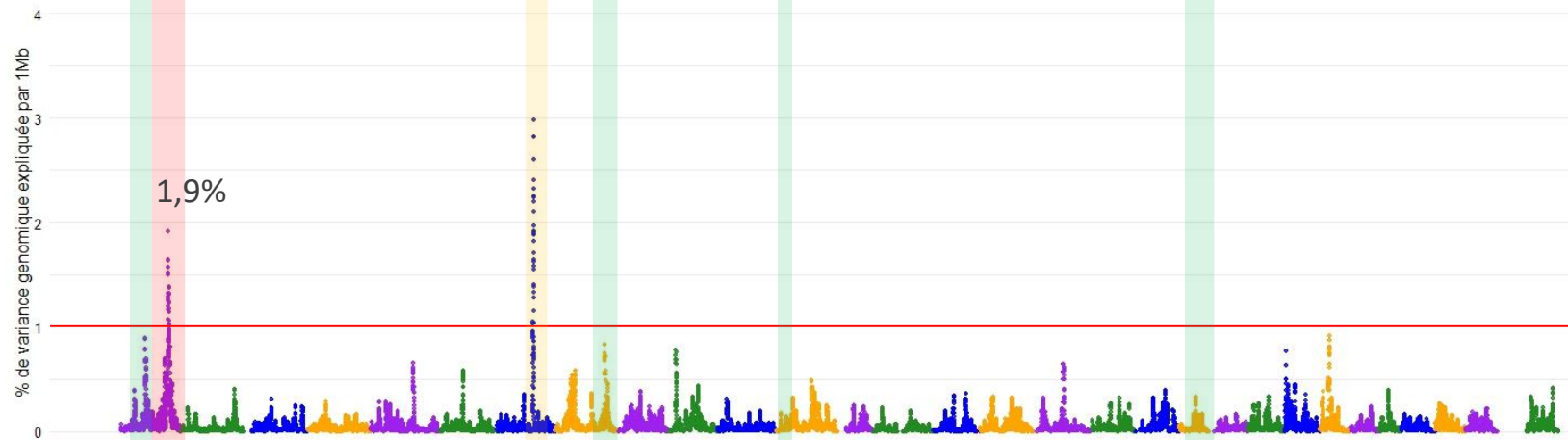
GBLUP



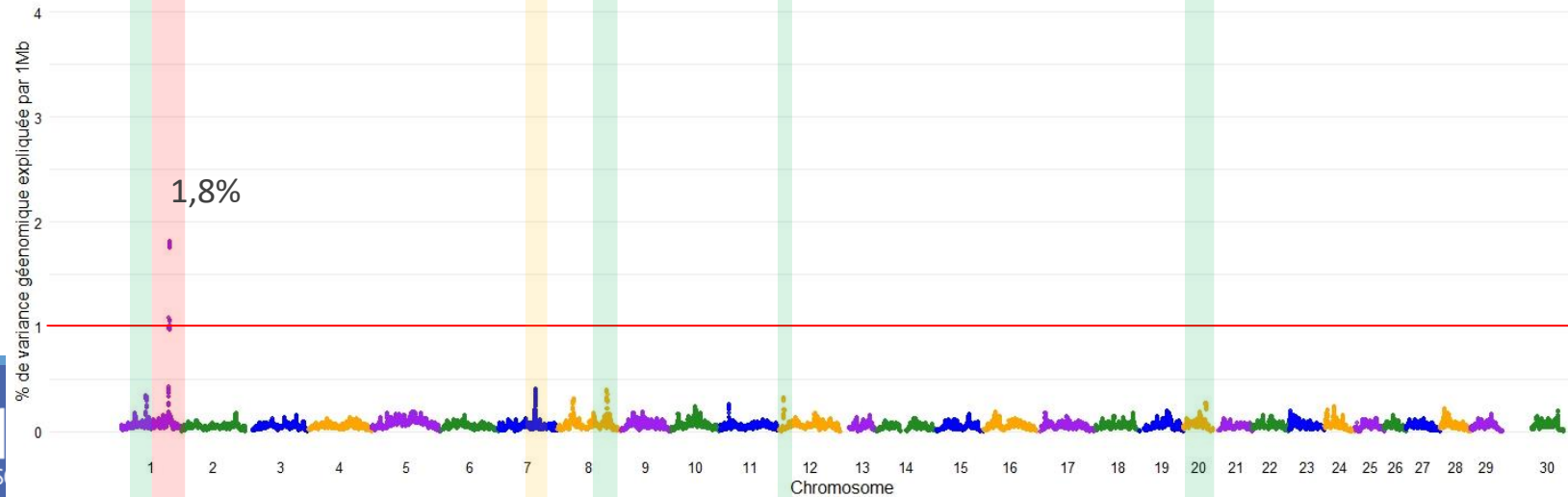
Bayes C π



GBLUP



Bayes C π



Application pour la filière truite

- ❖ Un plus fort taux de masculinisation à 12°C qu'à 18°C
 - en contradiction avec la littérature → valider l'effet de la T° à l'alevinage
- ❖ 1 QTL principal expliquant ~ 2 % de la variance génomique avec un génotype **TT/AA/TT** masculinisant (70% des porteurs sont masculinisés)
 - Sélection possible d'animaux masculinisés
- ❖ 4 QTL secondaires expliquant en cumulé moins de 2 % de variance génomique
 - Aucun QTL commun avec les QTL des lignées expérimentales (Guyomard *et al.*, 2012)
 - Validation des QTL détectés dans d'autres populations d'élevage

Remerciements



FEAMP - FranceAgriMer



NeoBio : Bases zootechniques et génétiques pour un contrôle du sexe des reproducteurs de truite par la température (n°R FEA470016FA1000008)



SYSAAF



Les Fils de Charles Murgat



INRA

- Gentyane
- LPGP – Sexe, ovogenèse et comportements
- GABI – GenAqua



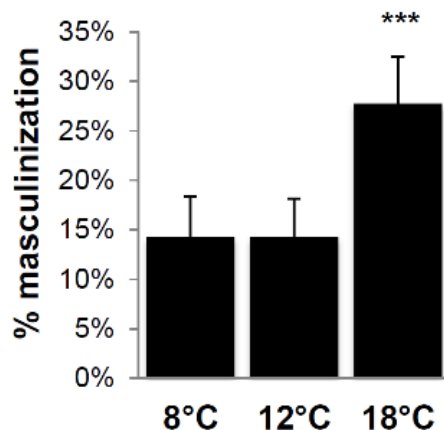
Résultats préliminaires

Effet de la T° d'alevinage sur le sex-ratio

- Application de T° élevée = $\uparrow$ du nb de mâles (Magherans et al., 2009 ; Valdivia et al., 2014)

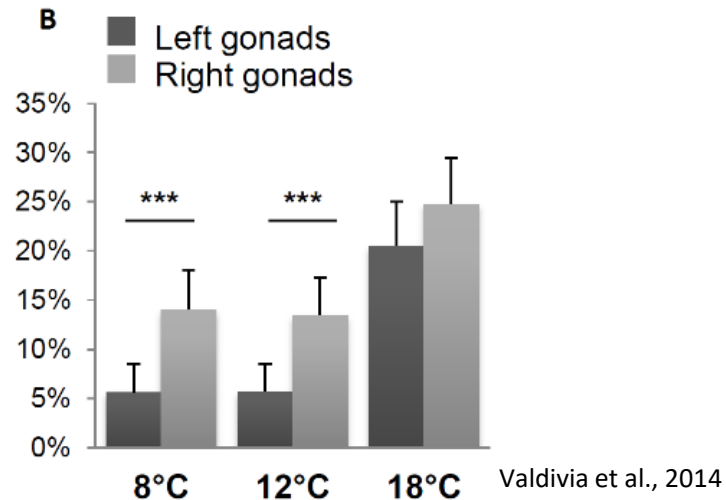
Both gonads:

A



Left versus right gonads:

B



Dans notre cas : masculinisation + importante à 12°C → traitement thermique plus tardif ?

Résultats

Sexage des individus

	Avril 12°C	Sept 12°C	Avril 18°C	Sept 18°C	Tot. 12°C	Tot. 18°C
Nombre total d'individus examinés	6 554	3 456	6 681	3 513	10 010	10 194
Nombre total de femelles	6 435	3 336	6 616	3 445	9 771	10 061
Ovaires normaux	6 238	3 171	6 382	3 324	9 409	9 706
Ovaires avec anomalies de développement	197	165	234	121	362	355
Gonades entièrement masculinisées	59	62	17	18	126	35
Intersexués	45	33	24	30	78	54
Indéterminés	15	25	24	20	40	44
Animaux totalement masculinisés (%)	0.90	1.79	0.25	0.51	1.21	0.34
Intersexués (%)	0.69	0.95	0.36	0.85	0.78	0.53
Fréquence totale d'animaux masculinisés (%)	1.59	2.75	0.61	1.37	1.99	0.87

Genome Wide Association Studies

GBLUP et Bayes Cπ

1,92%

❖ GBLUP

- 1 Mb

$$y_i = \mu + T_i + \sum_{j=1}^{30\,811} a_j g_{ij} + \varepsilon_i$$

$y = \begin{bmatrix} Sexe_1 \\ \vdots \\ Sexe_n \end{bmatrix}$

$T = \begin{bmatrix} T^\circ_1 \\ \vdots \\ T^\circ_n \end{bmatrix}$

$a_j = \text{effet aléatoire du SNP } j$

$g_{ij} = \text{génotype de l'individu } i \text{ au SNP } j (0,1,2)$

