

INDICATEURS PHYSIOLOGIQUES DE CROISSANCE

chez l'omble de fontaine *Salvelinus fontinalis*

MARIA MARTINEZ-SILVA¹, Aurélie Dupont-Prinet¹, Louis Bernatchez¹,
Marie Vagner², Céline Audet¹

¹UQAR / ISMER

²LEMAR / CNRS



Pêches et Océans
Canada





Salvelinus fontinalis

- Salmonidé natif du nord-est de l'Amérique
- Espèce aquacole d'eau douce économiquement importante au Québec
- 50% de la production aquacole totale au Québec
- Ensemencement pour soutenir la pêche sportive
- l'impact économique coûte plus d'un milliard de dollars

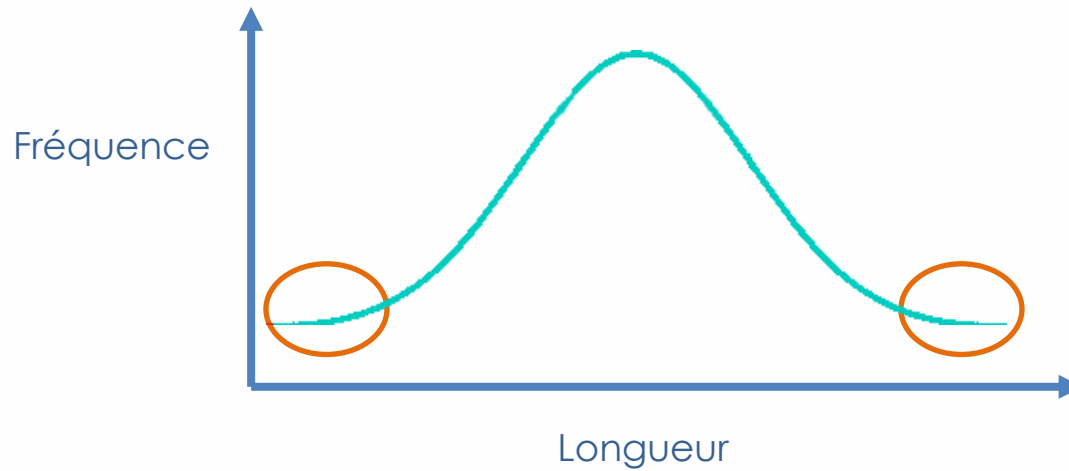
Les frères et sœurs ne sont pas des clones



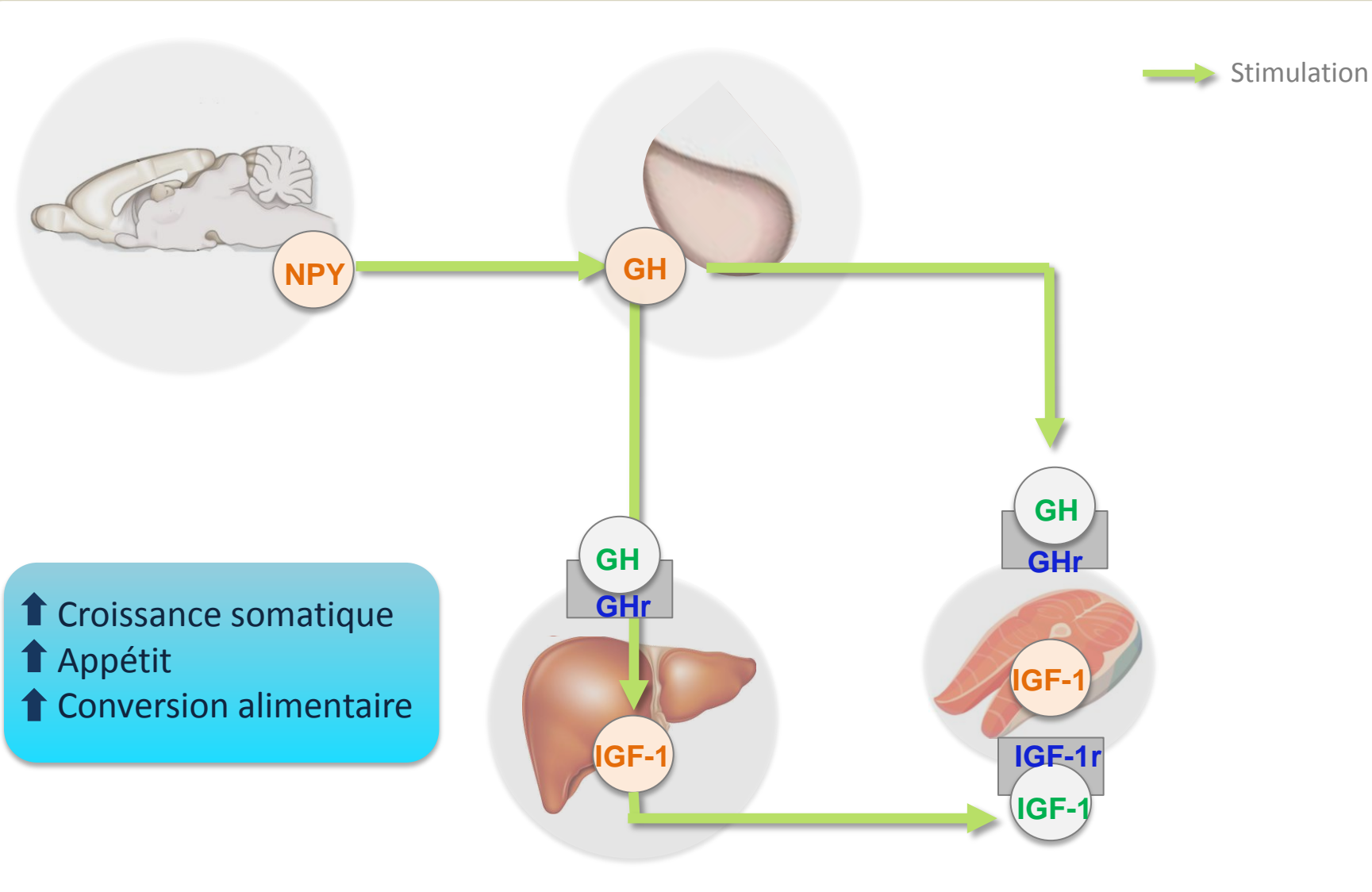
Plasticité phénotypique intra-familiale



La croissance dans l'aquaculture



Cascade endocrine de régulation de la croissance



Chez d'autres espèces...



Available online at www.sciencedirect.com



General and Comparative Endocrinology 151 (2007) 1–26



Review

Neuroendocrine control of growth hormone in fish [☆]

Luis Fabián Canosa ¹, John P. Chang ^{*}, Richard E. Peter ²

¹Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alta., Canada T6G 2E9
Received 6 September 2006; revised 12 December 2006; accepted 22 December 2006
Available online 30 December 2006

Zoological Studies 36(2): 79-89 (1997)



Review Article

Neuroendocrine Regulation of Growth Hormone Secretion and Growth in Fish

Chun Peng ¹ and Richard E. Peter ^{2,*}

¹Department of Biology, York University, North York, Ontario M3J 1P3, Canada
²Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2E9, Canada
Tel: (403) 492-4757, Fax: (403) 492-7033, E-mail: REPeter@sci.usalberta.ca

Fish Physiology and Biochemistry 27: 227–242, 2002.
© 2004 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

227

Growth hormone endocrinology of salmonids: regulatory mechanisms and mode of action

Björn Thrandur Björnsson, Viktoria Johansson, Susana Benedet, Ingibjörg Eir Einarsdóttir, Jon Hildahl, Thorleifur Agustsson and Elisabeth Jónsson
Fish Endocrinology Laboratory, Department of Zoology/Zoophysiology, Göteborg University, Box 463, S-40530 Göteborg, Sweden (E-mail: thrandur.bjornsson@zool.gu.se)

Accepted: 9 December 2003

Key words: growth hormone, GH, insulin-like growth factor I, IGF-I, regulation, secretion, clearance, GH-receptor, GHR, GH-binding-proteins, GHBP, *Oncorhynchus*, *Salmo*, review

Salmonidés

PEPTIDES 27 (2006) 719–727

available at www.sciencedirect.com




journal homepage: www.elsevier.com/locate/peptides





Effects of neuropeptide Y on food intake and brain biogenic amines in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)


M. Aldegunde ^{*}, M. Mancebo

Laboratorio de Fisiología Animal, Dpto. de Fisiología, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela, E-15782 Santiago de Compostela, Spain

Available online at www.sciencedirect.com

Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 145 (2006) 214–224



www.elsevier.com/locate/cbp

Effects of aquaculture related stressors and nutritional restriction on circulating growth factors (GH, IGF-I and IGF-II) in Atlantic salmon and rainbow trout

Ryan J. Wilkinson ^{a,*}, Mark Porter ^b, Hannah Woolcott ^b, Ryan Longland ^b, John F. Carragher ^a

^a School of Biological Sciences, Flinders University of South Australia, G.P.O. Box 2100, Adelaide, S.A. 5001, Australia
^b School of Aquaculture, University of Tasmania, Launceston, Australia

Received 9 January 2006; received in revised form 14 June 2006; accepted 15 June 2006
Available online 20 June 2006

British Journal of Nutrition (2005), 94, 353–361
© The Authors 2005

DOI: 10.1079/BJN20051521

Regulation of the somatotrophic axis by dietary factors in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Pedro Gómez-Requeni ¹, Josep Caldach-Giner ¹, Silvia Vega-Rubín de Celis ¹, Françoise Médale ², Sadasivam J. Kaushik ² and Jaume Pérez-Sánchez ^{2,*}

¹Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal (CSIC), 12595 Ribera de Cabanes, Castellón, Spain
²Laboratoire de Nutrition des Poissons, Unité Mixte INRA-IFREMER, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France

(Received 3 May 2004 – Revised 7 October 2004 – Accepted 11 October 2004)

Hormones and Behavior 84 (2016) 18–28

Contents lists available at ScienceDirect




Hormones and Behavior

journal homepage: www.elsevier.com/locate/yhbeh

Regulation of feeding behavior and food intake by appetite-regulating peptides in wild-type and growth hormone-transgenic coho salmon

Samantha L. White ^a, Helene Volkoff ^b, Robert H. Devlin ^{a,*}

^a Fisheries and Oceans Canada, 4160 Marine Drive, West Vancouver, BC V7V 1M6, Canada
^b Departments of Biology and Biochemistry, Memorial University of Newfoundland, St John's, NL A1B 3X9, Canada



Chez d'autres espèces...

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect
 General and Comparative Endocrinology 151 (2007) 1–26
www.elsevier.com/locate/ygen

GENERAL AND COMPARATIVE ENDOCRINOLOGY

Review

Neuroendocrine control of growth hormone in fish ☆

Luis Fabián Canosa¹, John P. Chang^{*}, Richard E. Peter²

¹Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alta., Canada T6G 2E9
 Received 6 September 2006; revised 12 December 2006; accepted 22 December 2006
 Available online 30 December 2006

Zoological Studies 36(2): 79–89 (1997)

Review Article

Neuroendocrine Regulation of Growth Hormone Secretion and Growth in Fish

Chun Peng¹ and Richard E. Peter^{2,*}

¹Department of Biology, York University, North York, Ontario M3J 1P3, Canada
²Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2E9, Canada
 Tel: (403) 492-4757, Fax: (403) 492-7033, E-mail: REPeter@sci.usalberta.ca

Zoological Studies

Fish Physiology and Biochemistry 27: 227–242, 2002.
 © 2004 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

227


Growth hormone endocrinology of salmonids: regulatory mechanisms and mode of action

Björn Thrandur Björnsson, Viktoria Johansson, Susana Benedet, Ingibjörg Eir Einarsdóttir, Jon Hildahl, Thorleifur Agússon and Elisabeth Jónsson
Fish Endocrinology Laboratory, Department of Zoology/Zoophysiology, Göteborg University, Box 463, S-40530 Göteborg, Sweden (E-mail: thrandur.bjornsson@zool.gu.se)

Accepted: 9 December 2003

Key words: growth hormone, GH, insulin-like growth factor I, IGF-I, regulation, secretion, clearance, GH-receptor, GHR, GH-binding-proteins, GHBP, *Oncorhynchus*, *Salmo*, review

Il y a très peu d'information sur l'omble de fontaine ou sur le processus de sélection, couramment utilisé en aquaculture


Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect
 Journal of Great Lakes Research 30 (2004) 214–224
www.elsevier.com/locate/jglr

ELSEVIER

Effects of neuropeptides and amines in the rainbow trout

M. Aldegunde^{*}, M. Mancebo

Laboratorio de Fisiología Animal, Dpto. de Fisiología, Universidad de Santiago de Compostela, Spain
 E-15782 Santiago de Compostela, Spain

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect
 Journal of Great Lakes Research 30 (2004) 214–224
www.elsevier.com/locate/jglr

CBP

Factors and nutritional restriction (GH, IGF-I and IGF-II) and rainbow trout

McCott^b, Ryan Longland^b, John F. Carragher^a

^aUniversity of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia
^bUniversity of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia

Received 14 June 2006; accepted 15 June 2006
 Available online 20 June 2006

British Journal of Nutrition (2005), 94, 353–361
 © The Authors 2005

DOI: 10.1079/BJN20051521

Regulation of the somatotrophic axis by dietary factors in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Pedro Gómez-Requeni¹, Josep Calduch-Giner¹, Silvia Vega-Rubín de Celis¹, Françoise Médale², Sadasivam J. Kaushik² and Jaume Pérez-Sánchez^{2,*}

¹Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal (CSIC), 12595 Ribera de Cabanes, Castellón, Spain
²Laboratoire de Nutrition des Poissons, Unité Mixte INRA-IFREMER, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France

(Received 3 May 2004 – Revised 7 October 2004 – Accepted 11 October 2004)

Hormones and Behavior 84 (2016) 18–28

Contents lists available at ScienceDirect

Hormones and Behavior

journal homepage: www.elsevier.com/locate/yhbeh

Regulation of feeding behavior and food intake by appetite-regulating peptides in wild-type and growth hormone-transgenic coho salmon

Samantha L. White^a, Helene Volkoff^b, Robert H. Devlin^{a,*}

^a Fisheries and Oceans Canada, 4160 Marine Drive, West Vancouver, BC V7V 1N6, Canada
^b Departments of Biology and Biochemistry, Memorial University of Newfoundland, St John's, NL A1B 3X9, Canada

Domestication d'une souche sauvage → 5^e génération

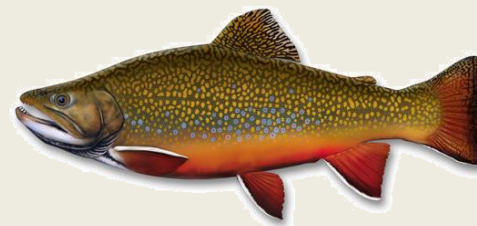
Première étape



Familles croisées sans prendre en compte la taille ou la performance des familles

Familles CONTRÔLES

Deuxième étape



Familles issues d'un processus de sélection par poids et absence de maturité sexuelle

Familles SÉLECTIONNÉES

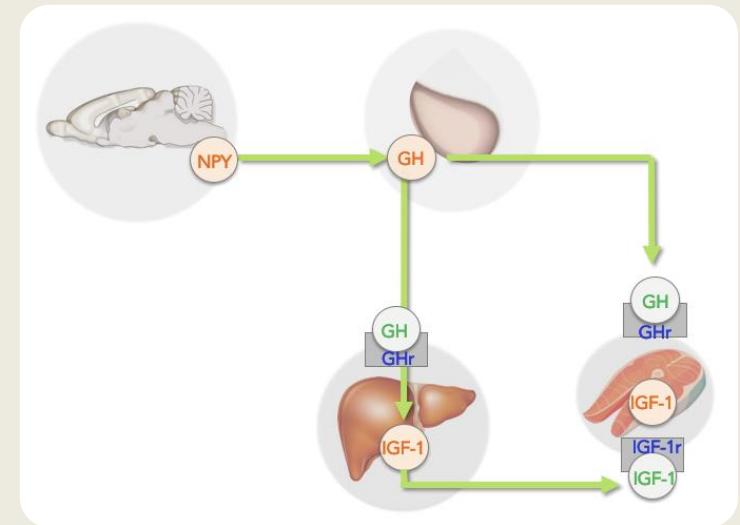
Objectif et hypothèse (première étape)

Confirmer la présence d'une **relation positive entre l'expression génique** relative des gènes NPY, GH, GHr, IGF-1 et IGF-1r **avec la croissance** chez l'omble de fontaine



+++?

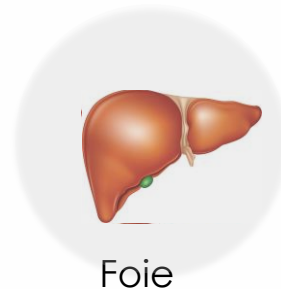
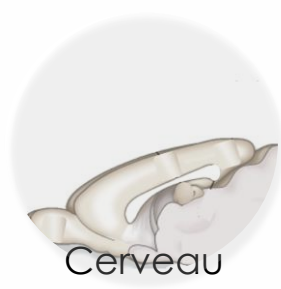
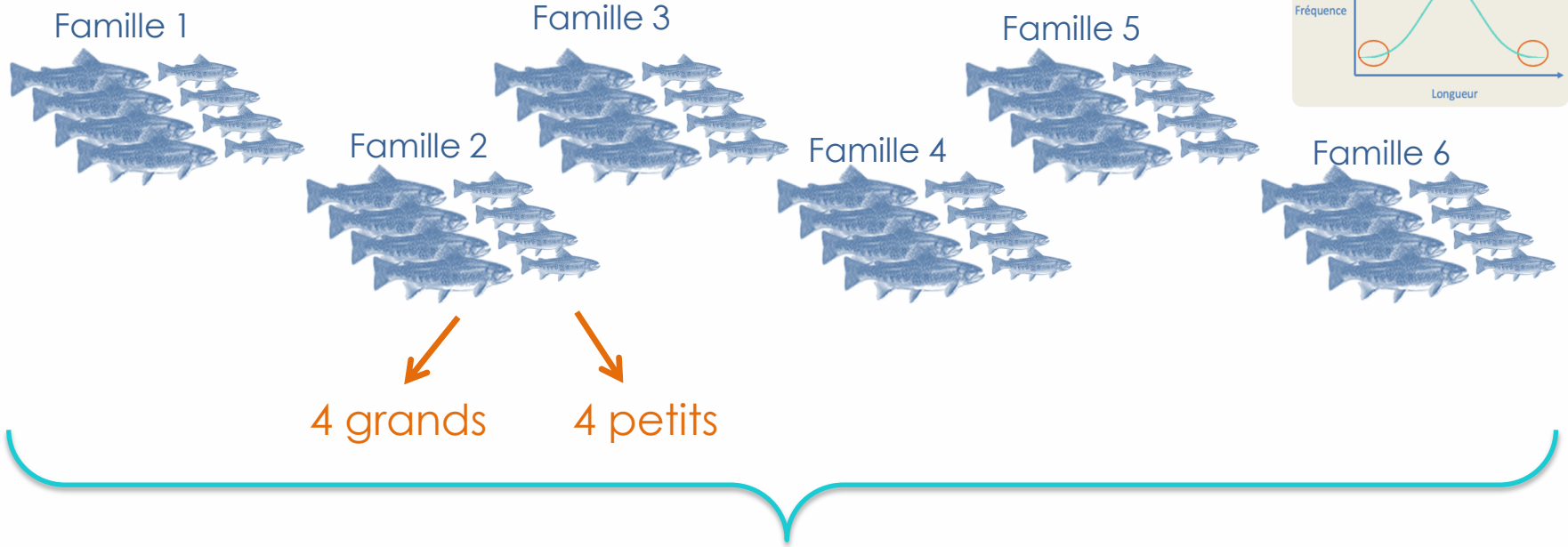
+ ?



Hypothèse:

Niveau d'expression des gènes grand > petit

Design expérimental (6 familles d'omble de fontaine control)



* 8 familles échantillonnées pour l'hypophyse

Expression des gènes - méthode



30 mg
tissu



RNeasy Plus Universal Mini Kit
RNeasy Fibrous Tissue Kit



Quantitect reverse
transcription kit



Retrotranscription
Bio-Rad
MyiQ iCycler

Expression des gènes - méthode



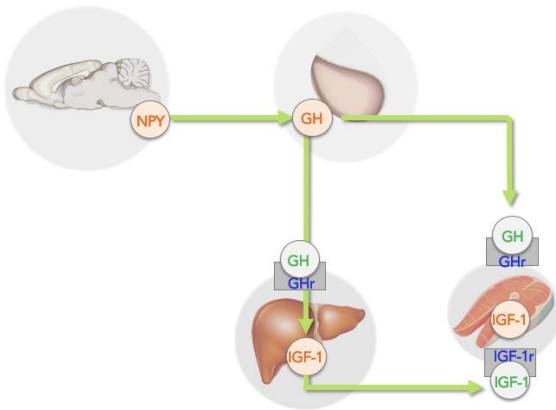
Using Primer BLAST

How to use Primer BLAST in Sequence Viewer



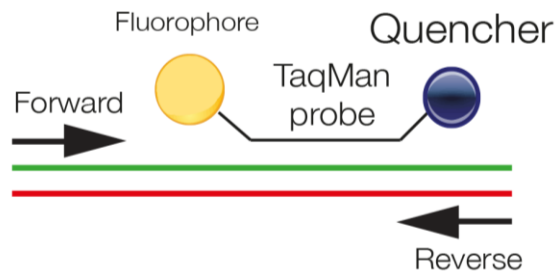
Gene	Amorce (5'-3')	bp	Tm
EF-1 α	F – GCCCCTCCAGGATGTCTACA	20	59
	R – ACGGCCACGGGTACTG	17	59
18s	F – GATCCATTGGAGGGCAAGTCT	21	59
	R – GATACGCTATTGGAGCTGGAATTAC	25	58
β -actine	F – GGTCGTCCCAGGCATCAG	18	59
	R – CGTCTCCCACGTAGCTGTCTT	21	58
GH	F – CGTCGCTAAGACAGGCTCTTG	21	59
	R – CTGGAGGCCAACTGCACTCT	20	59
GHr	F – CCCACTGCCCCCTGTATCT 1	19	59
	R – CTTCAGAAGGAGGCTGTTTTGC	22	59
IGF-1	F – CAGGCATCCAGATTGTGCAA	20	59
	R – ACCATGTTCTGAGAATTCCTGTGTT	25	59
IGF-1r	F – TCCTCAGTGGGACCCTTCTG	20	59
	R – GGACCATGAAGCCCAGTAGGT	21	59
NPY	F – TGCTGAAGAGCTGGCCAAAT	20	60
	R – TCTGTCTCGTGATCAGATTGATGTAG	26	58

Expression des gènes - méthode



Tissu	Axe Principal de la croissance				
	GH	GHr	IGF-1	IGF-1r	NPY
Cerveau		X			X
Hypophyse	X	X			
Foie		X	X	X	
Muscle		X		X	

Expression des gènes - méthode



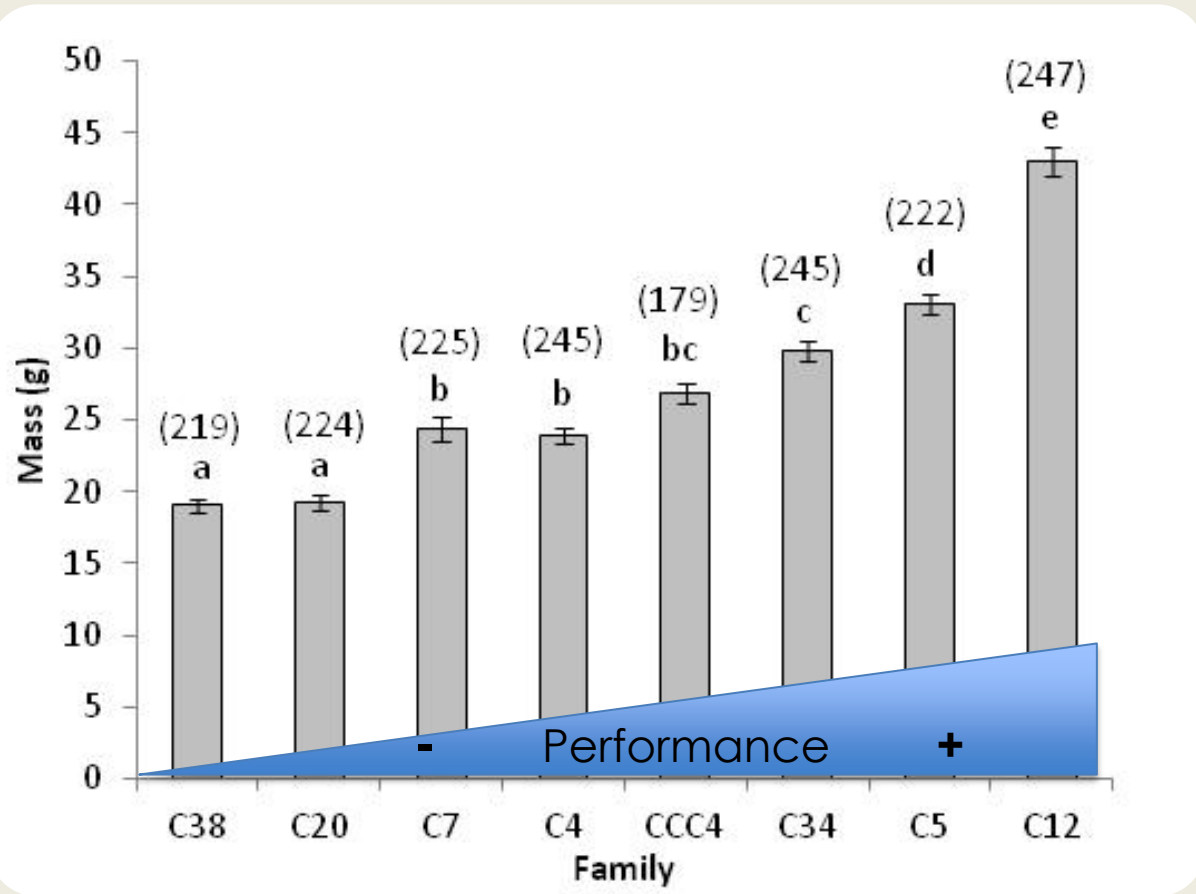
Quantification relative de l'expression génique
Livak and Schmittgen (2001)

$$2^{-\Delta\Delta C_T} = 2^{-(\Delta C_{T_e} - \Delta C_{T_c})}$$

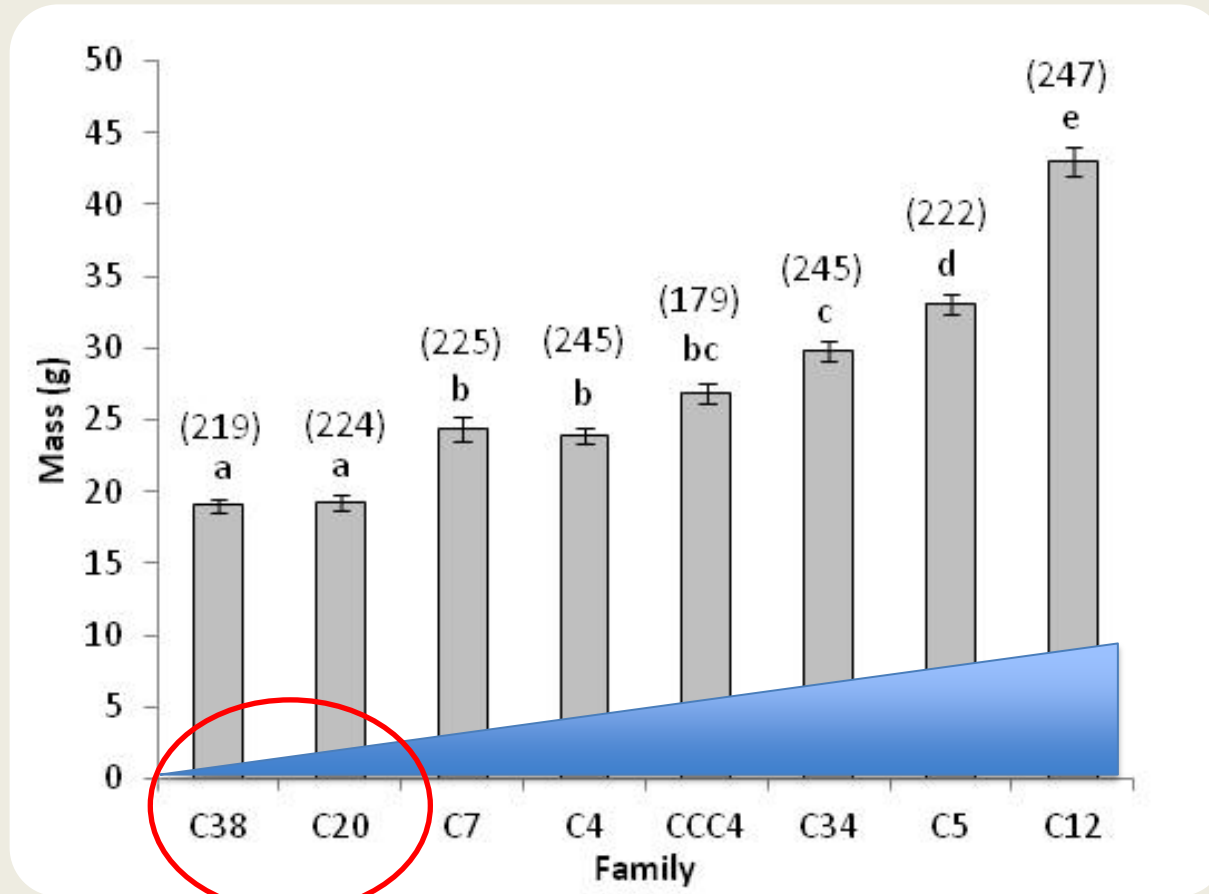
Relative au **Groupe Calibrateur**

Normalisé avec des **Gènes de référence**

Groupe calibrateur

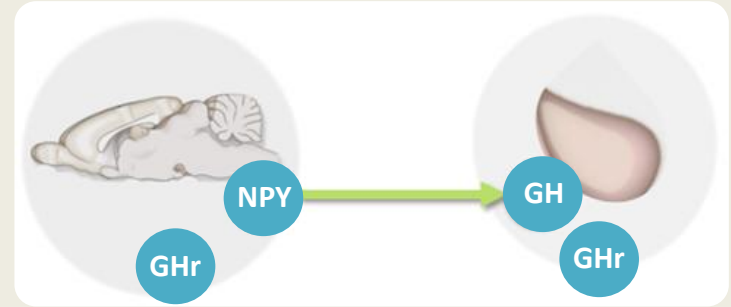


Groupe calibrateur



Petits C38 et C20
=> Groupe calibrateur

Résultats – Cerveau et hypophyse

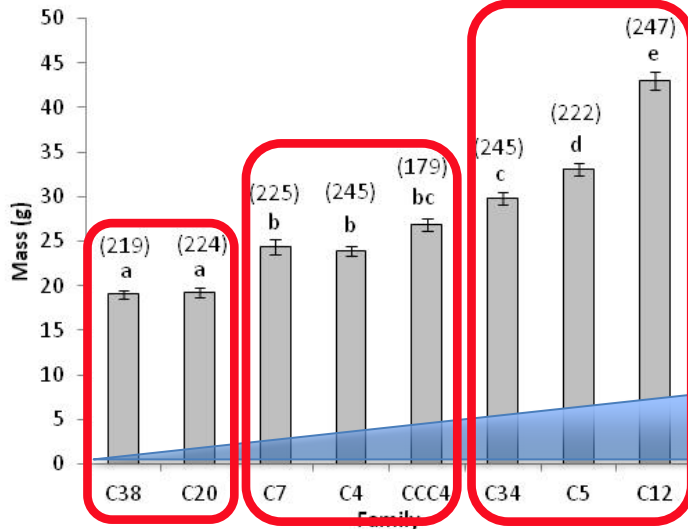


	Gène	Taille	Famille
Cerveau	NPY	$F_{[1;32]}=0.455; P=0.504$	$F_{[10;32]}=1.395; P=0.226$
	GHR	$F_{[1;32]}=0.070; P=0.792$	$F_{[10;32]}=1.219; P=0.316$
Hypophyse	GH	$F_{[1;14]}=0.017; P=0.897$	
	GHR	$F_{[1;14]}=1.834; P=0.197$	

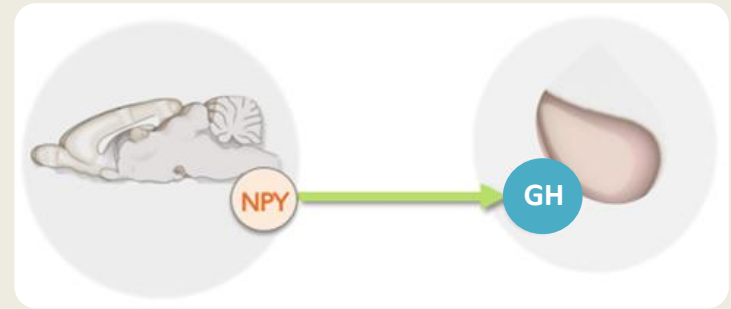
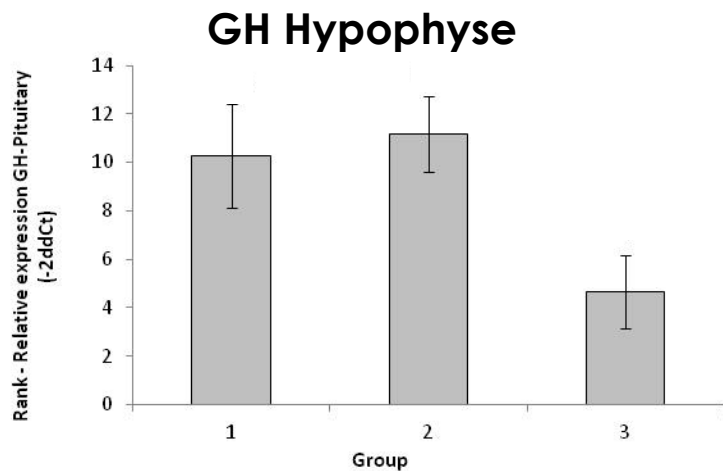
Pas d'effet Taille
Pas d'effet Famille *

Effet performance?

Résultats – Cerveau et hypophyse



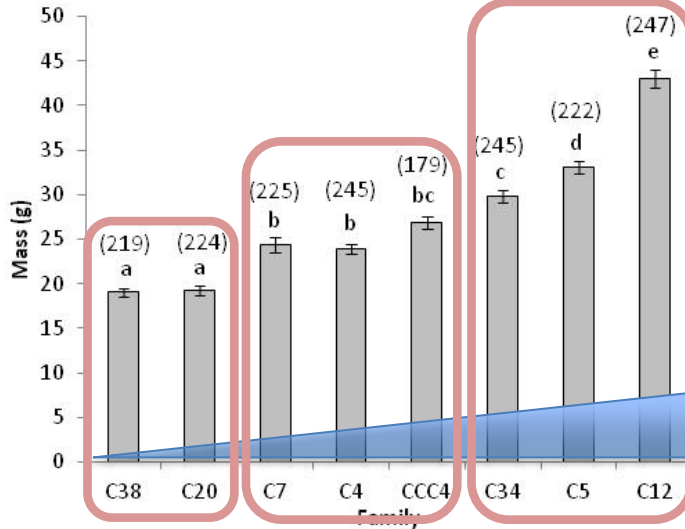
↓ 3 groupes basés sur la masse



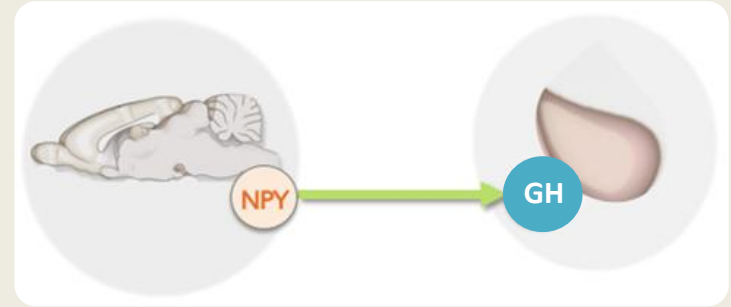
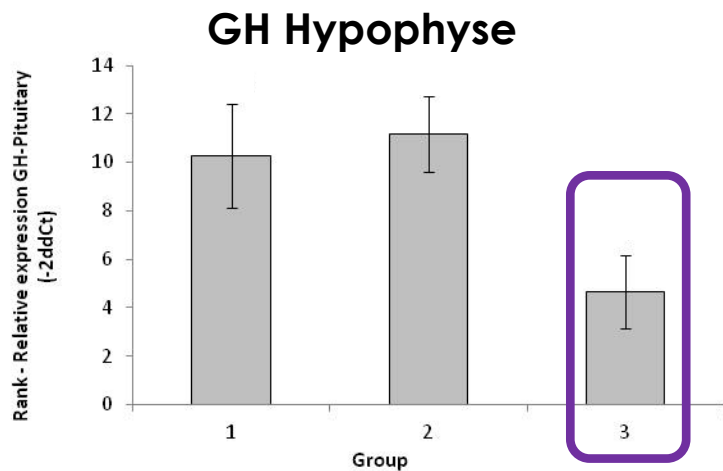
Gène	Groupe
GH	$F_{[2;13]}=4.72; P=0.03$

Effet groupe (performance)

Résultats – Cerveau et hypophyse



3 groupes basés sur la masse

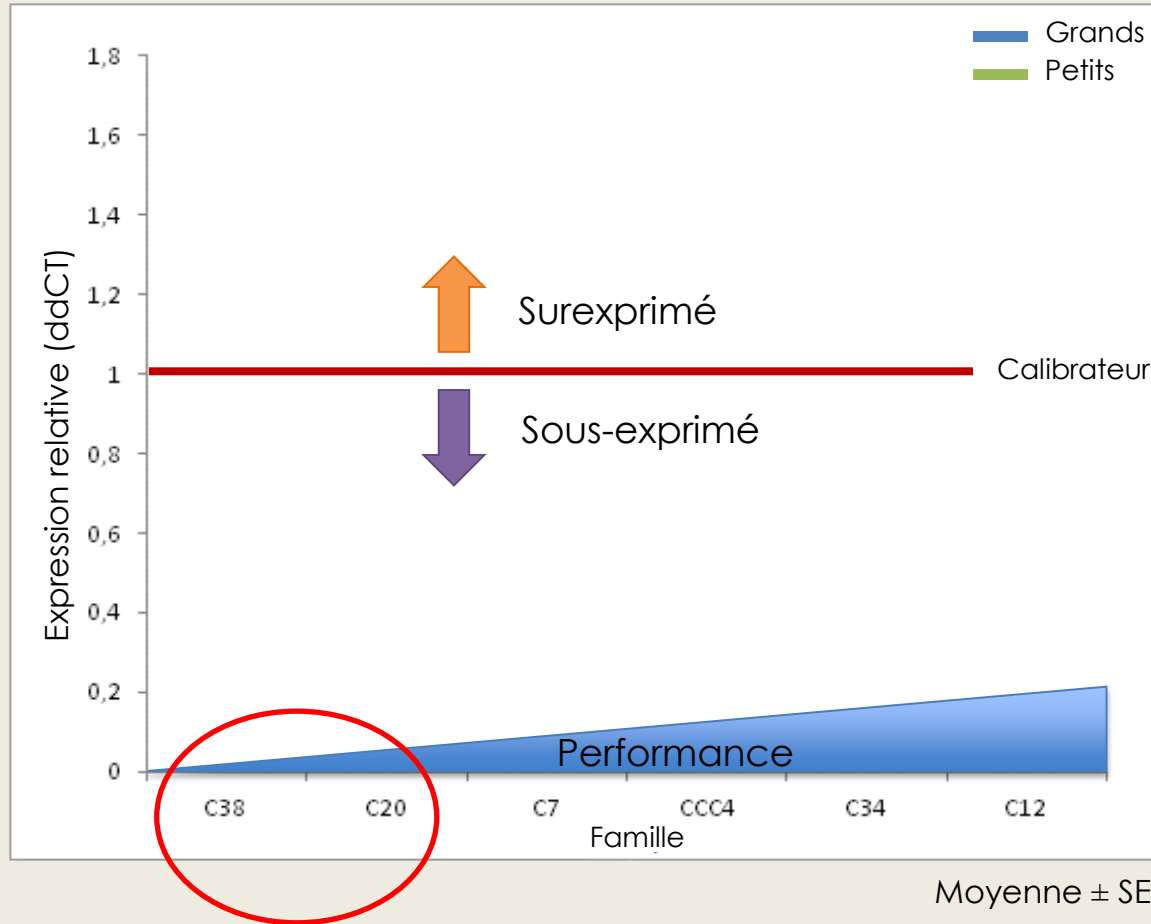


Familles plus performantes

Gène	Groupe
GH	$F_{[2;13]}=4.72; P=0.03$

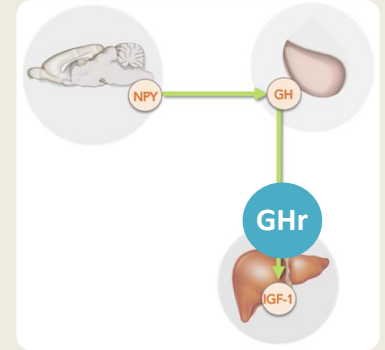
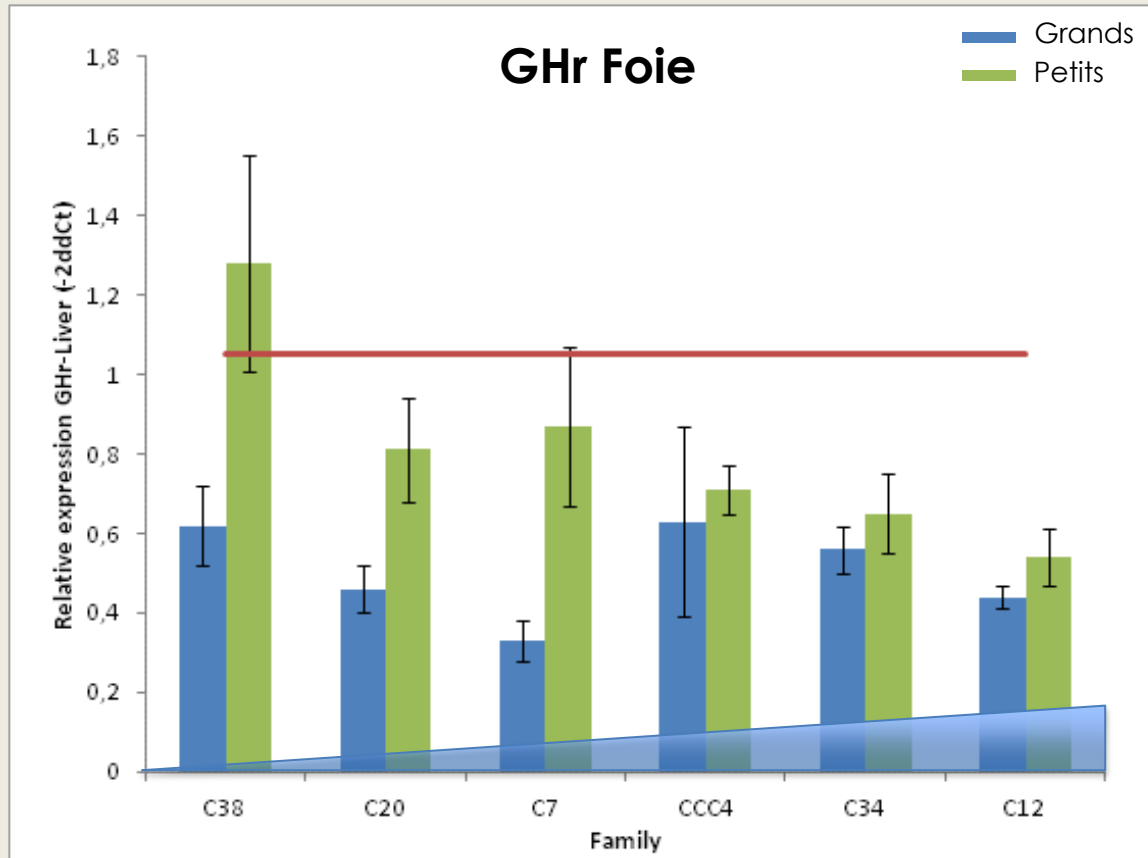
Effet groupe (performance)

Résultats - Expression génique



Petits C38 et C20
=> Groupe calibrateur

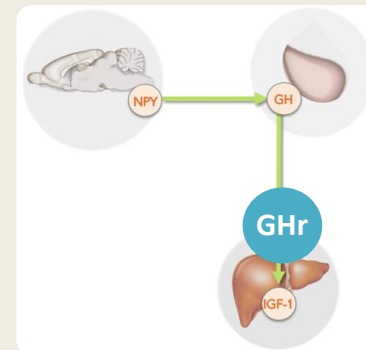
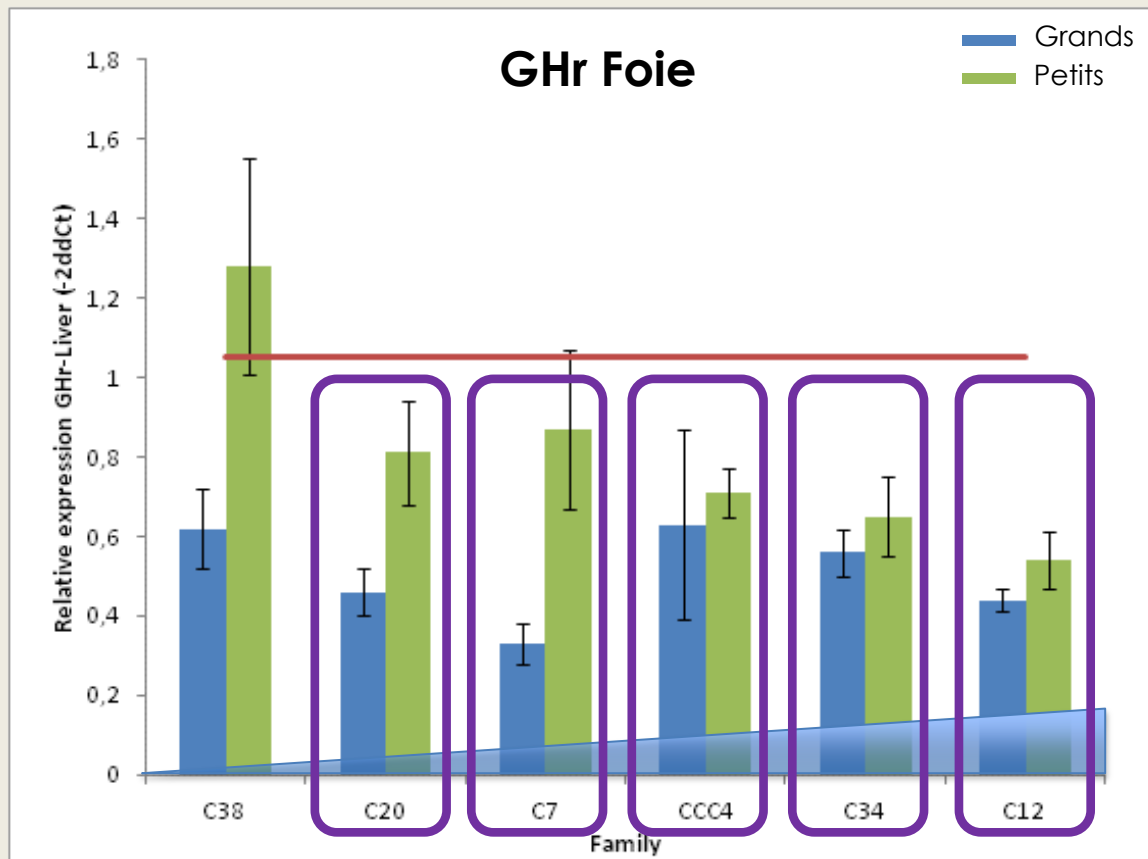
Résultats - Système périphérique



Gène	Taille	Famille
Ghr	$F_{[1;36]}=20.457; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.171; P=0.04$

Effet taille
 Effet famille

Résultats - Système périphérique

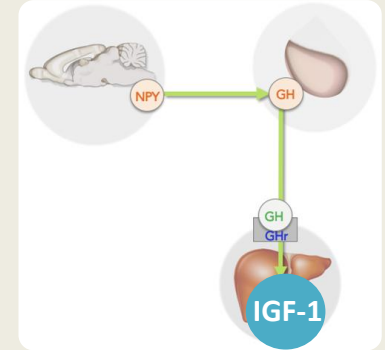
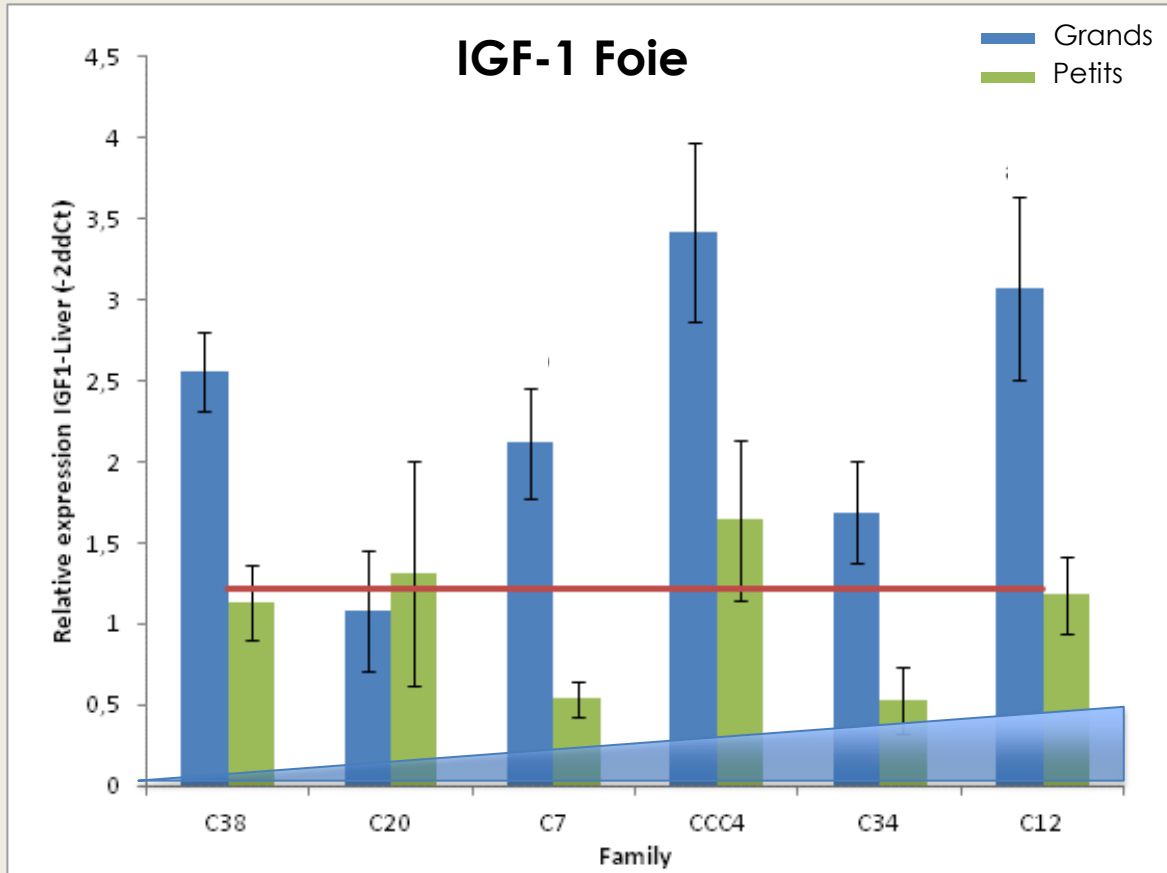


Grands et petits

Gène	Taille	Famille
Ghr	$F_{[1;36]}=20.457; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.171; P=0.04$

Effet taille
Effet famille

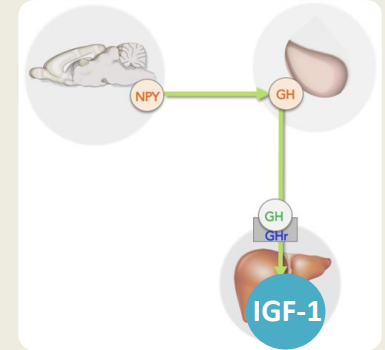
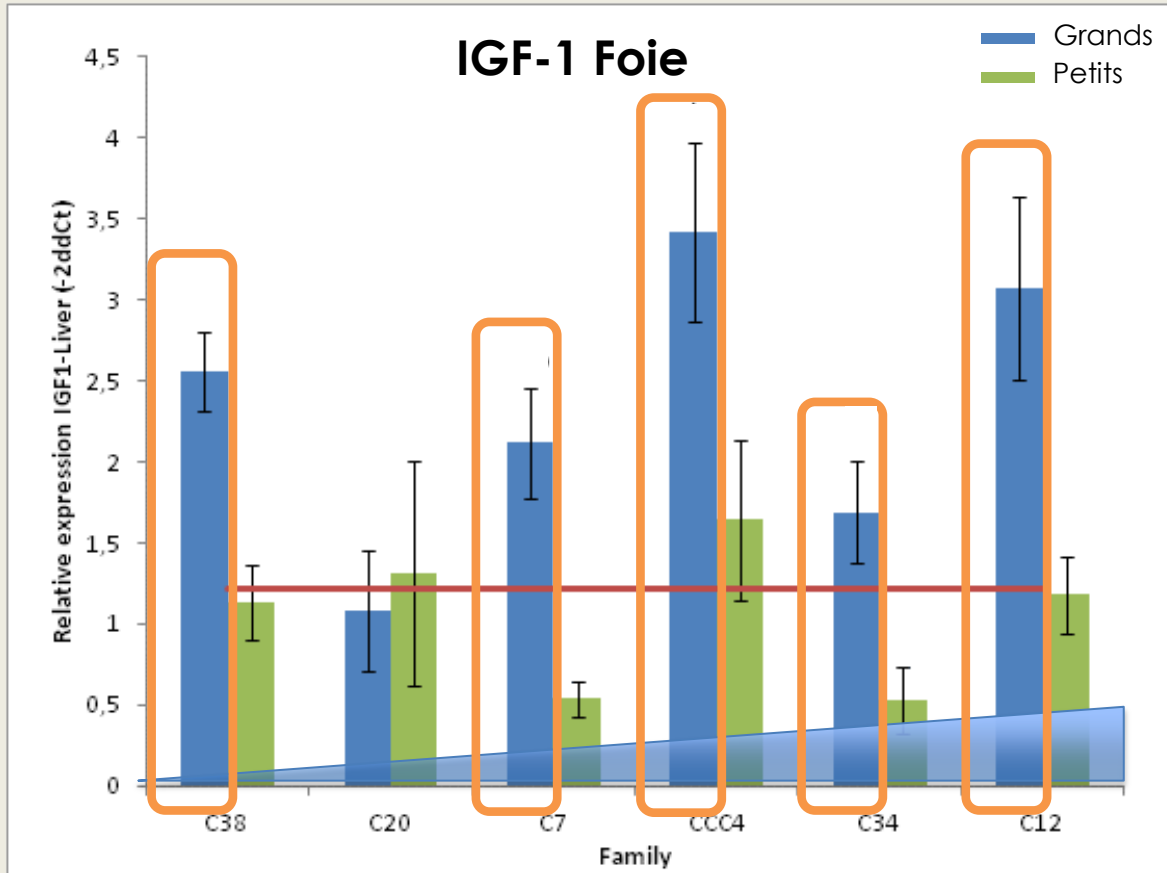
Résultats - Système périphérique



Gène	Taille	Famille
IGF-1	$F_{[1;36]}=31.052; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.999; P<0.01$

Effet taille
Effet famille

Résultats - Système périphérique

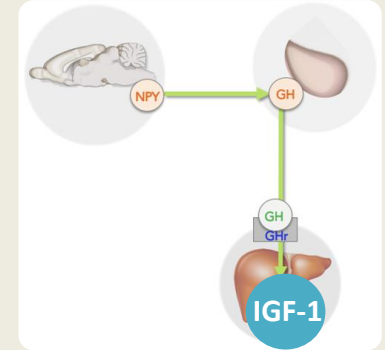
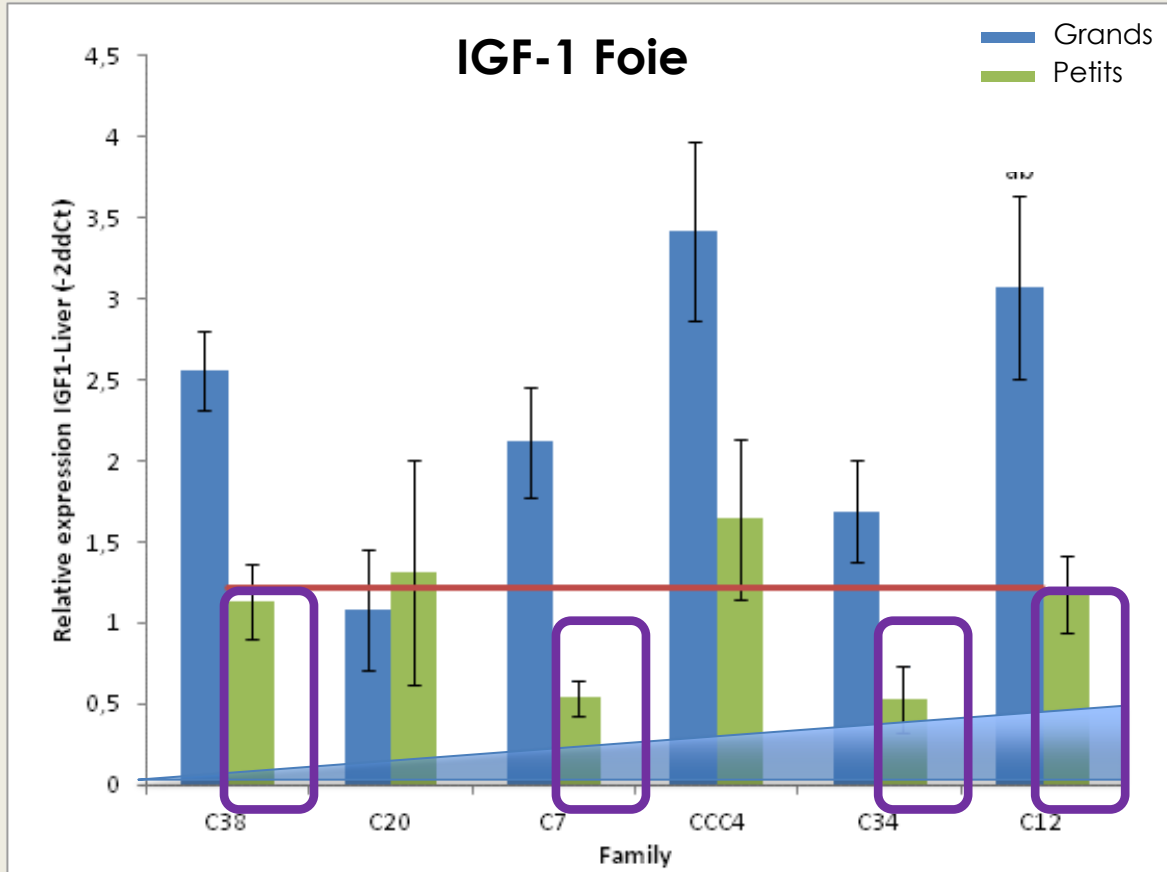


↑ Grands

Gène	Taille	Famille
IGF-1	$F_{[1;36]}=31.052; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.999; P<0.01$

Effet taille
Effet famille

Résultats - Système périphérique

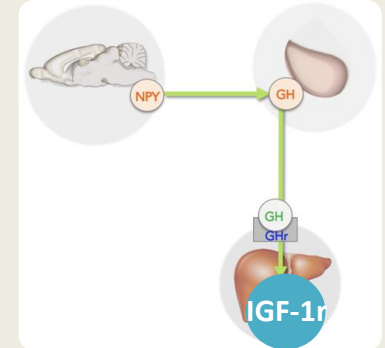
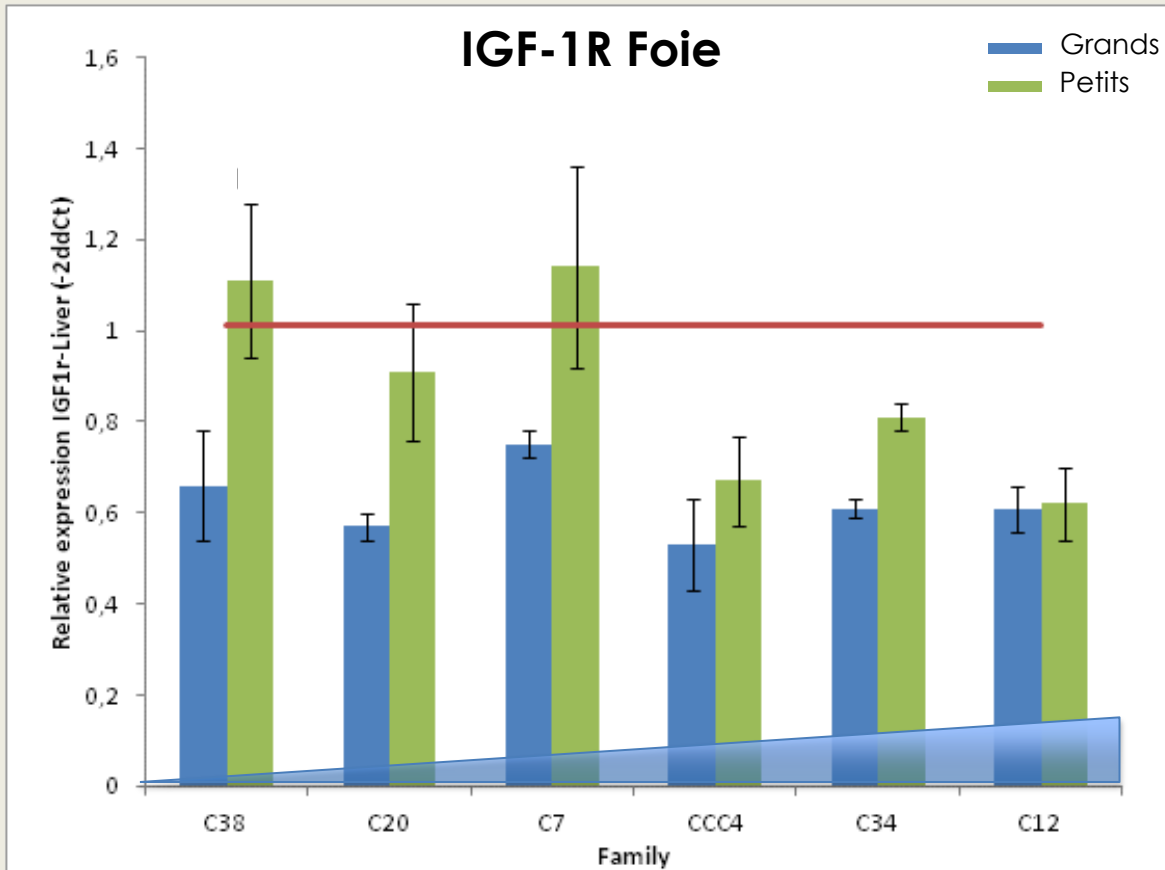


↓ Petits

Gène	Taille	Famille
IGF-1	$F_{[1;36]}=31.052; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.999; P<0.01$

Effet taille
Effet famille

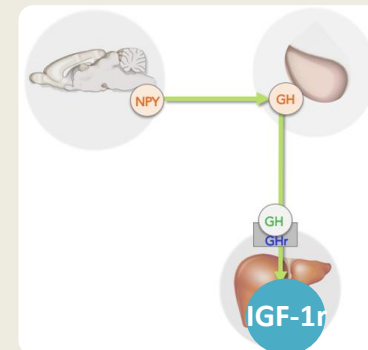
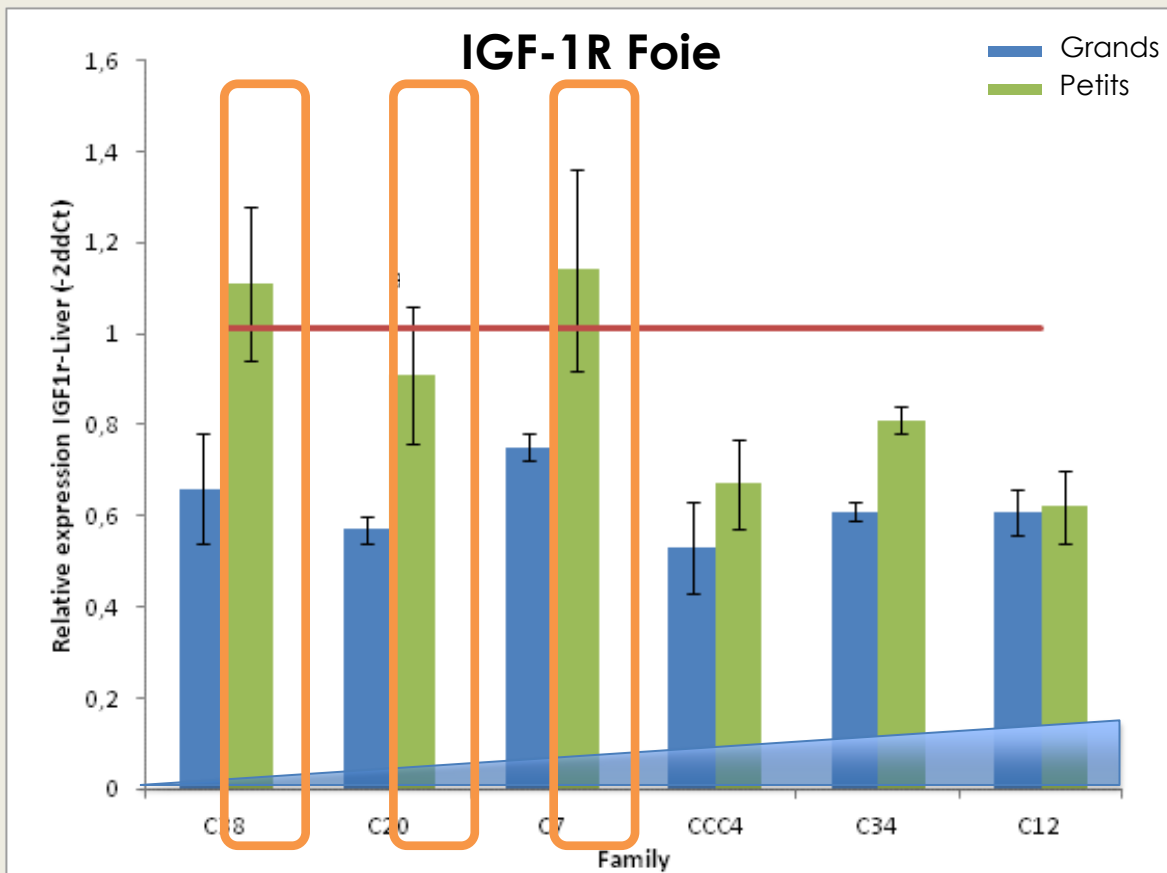
Résultats - Système périphérique



Gène	Taille	Famille
IGF-1r	$F_{[1;36]}=17.019; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.291; P<0.01$

Effet taille
Effet famille

Résultats - Système périphérique

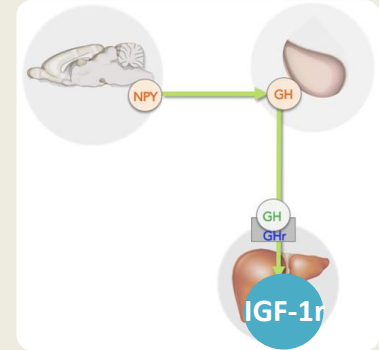
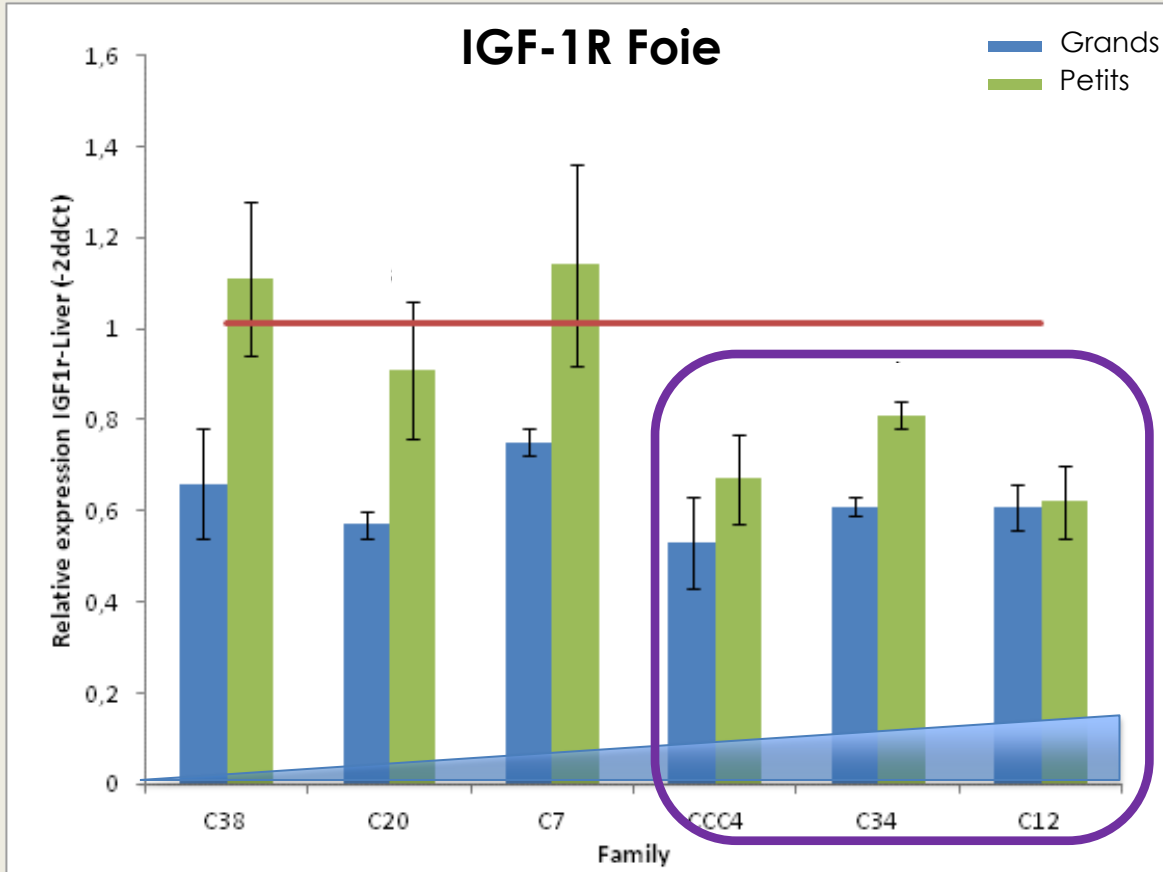


Petits des familles moins performantes

Gène	Taille	Famille
IGF-1r	$F_{[1;36]}=17.019; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.291; P<0.01$

Effet taille
Effet famille

Résultats - Système périphérique

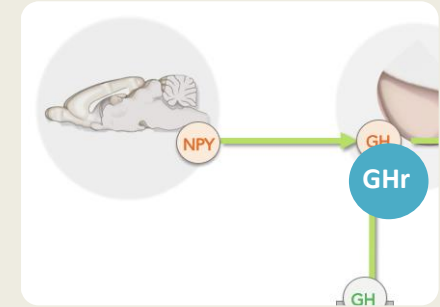
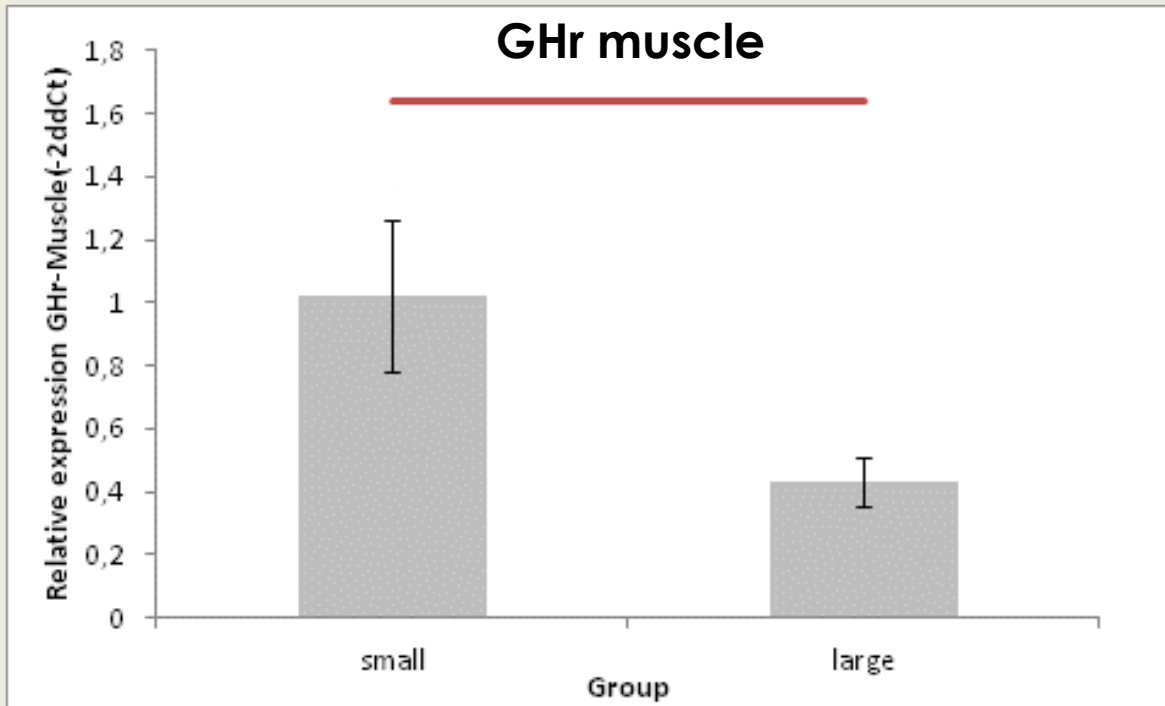


Familles plus performantes

Gène	Taille	Famille
IGF-1r	$F_{[1;36]}=17.019; P<0.01$	$F_{[10;36]}=2.291; P<0.01$

Effet taille
Effet famille

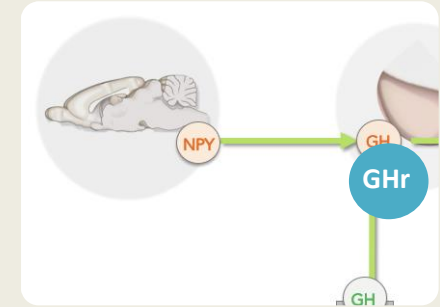
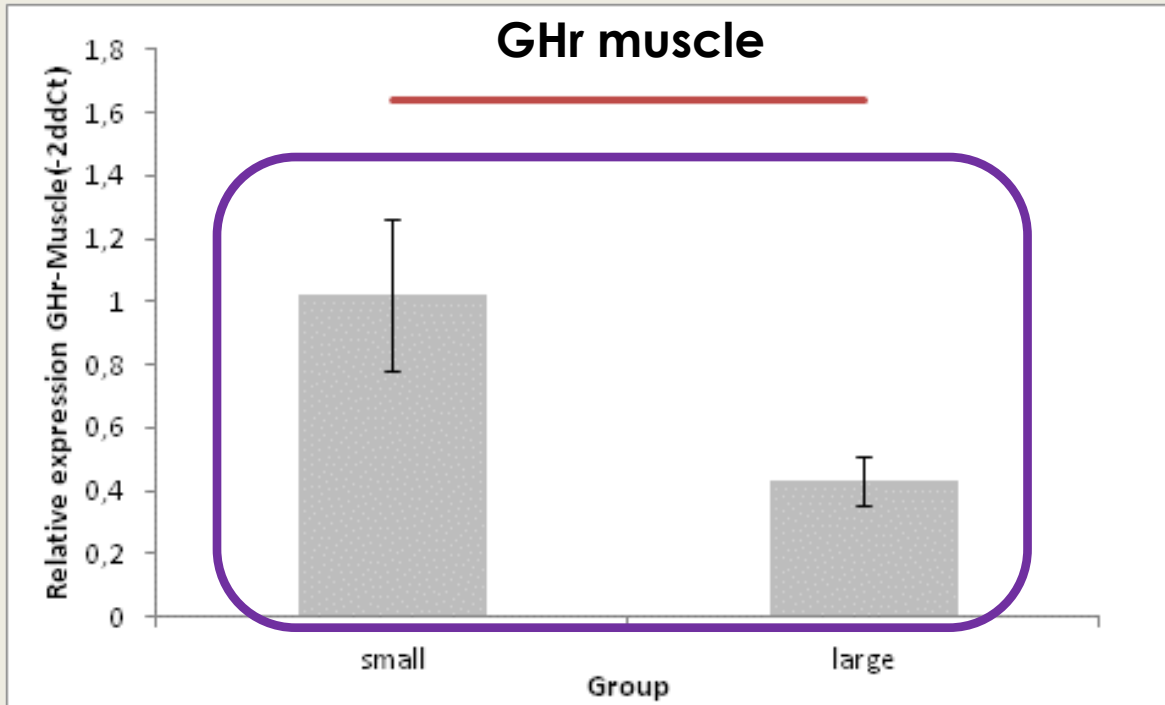
Résultats - Système périphérique



Gène	Taille	Famille
GHR	$F_{[1;36]}=7.639$; P=0.008	$F_{[10;36]}=1.404$; P=0.22

Effet taille

Résultats - Système périphérique

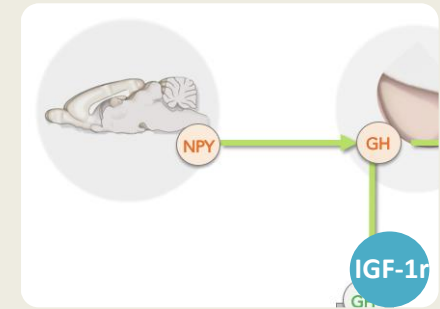
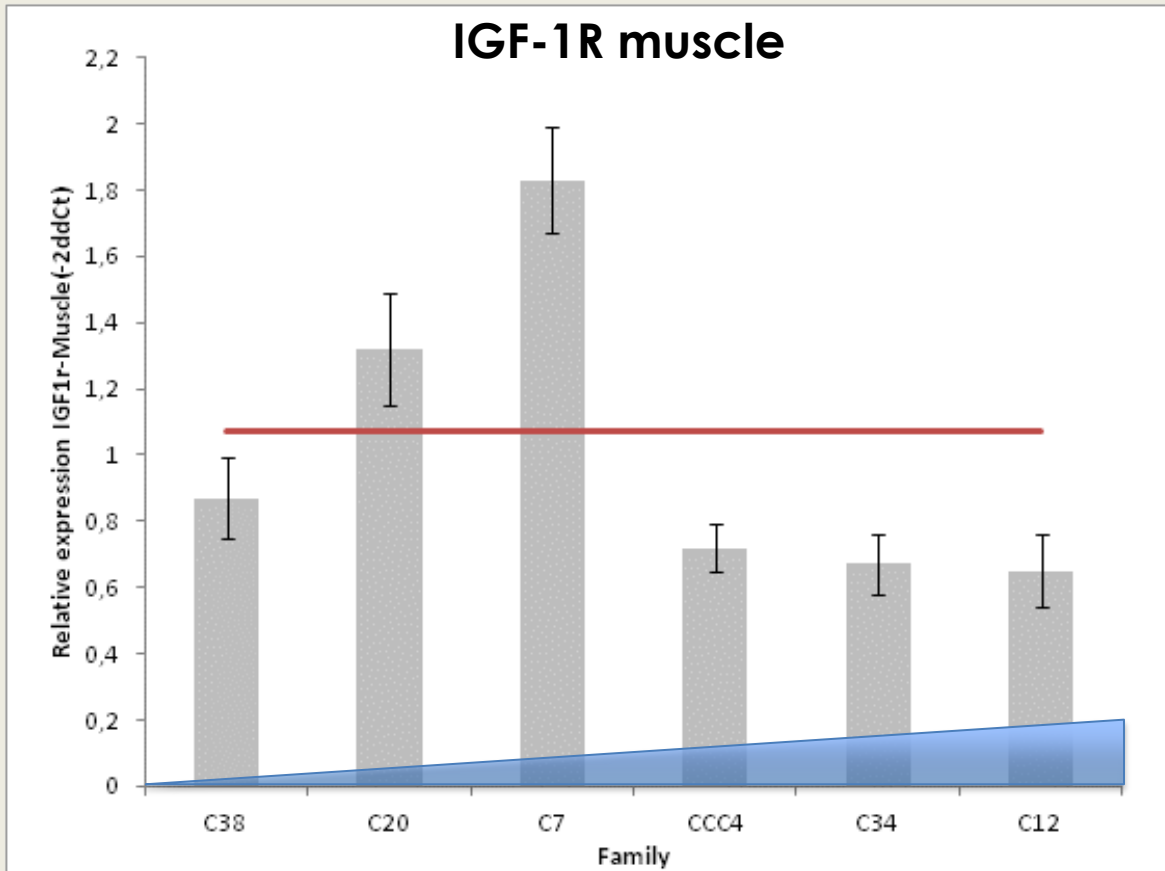


Petits et grands

Gène	Taille	Famille
GHR	$F_{[1;36]}=7.639; P=0.008$	$F_{[10;36]}=1.404; P=0.22$

Effet taille

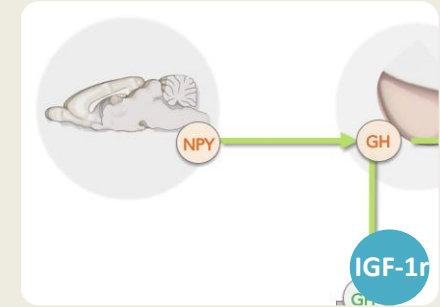
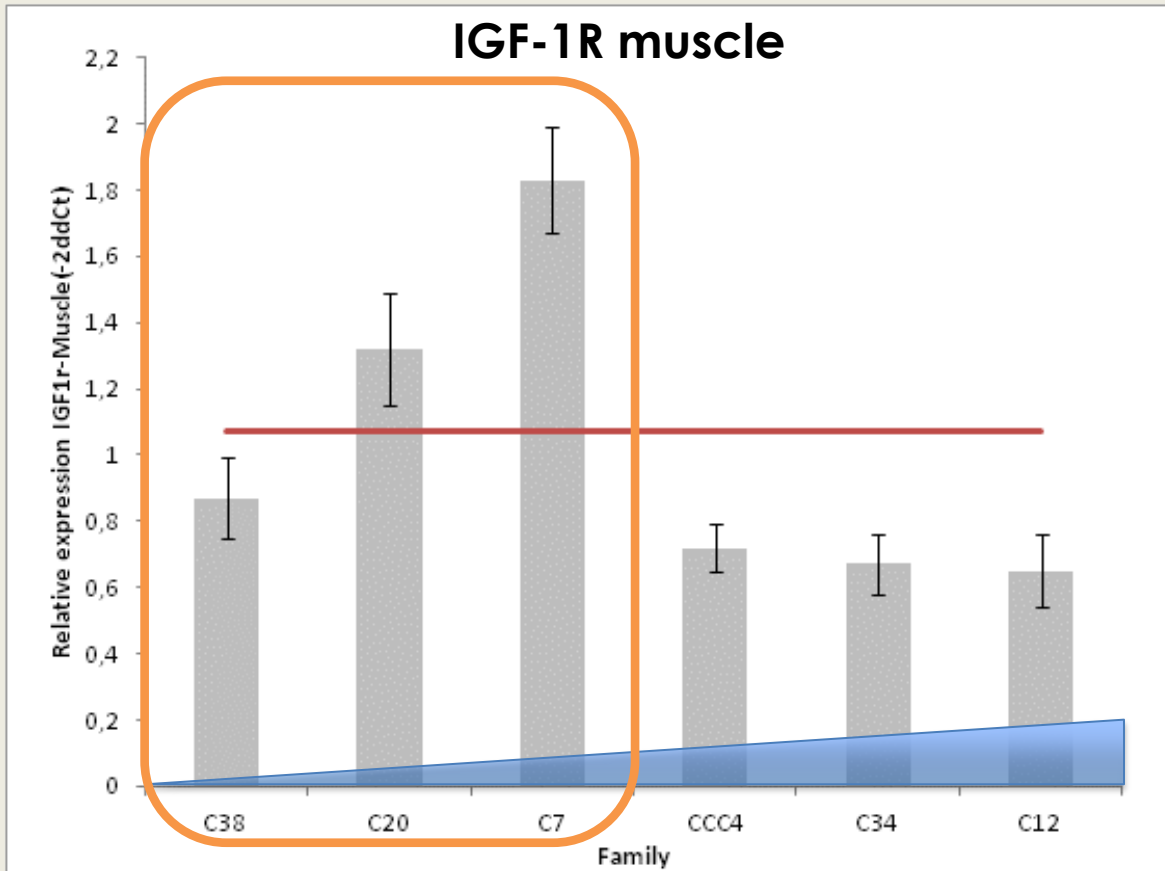
Résultats - Système périphérique



Gène	Taille	Famille
IGF-1r	$F_{[1;36]}=2.992; P=0.092$	$F_{[10;36]}=5.183; P<0.01$

Effet famille

Résultats - Système périphérique

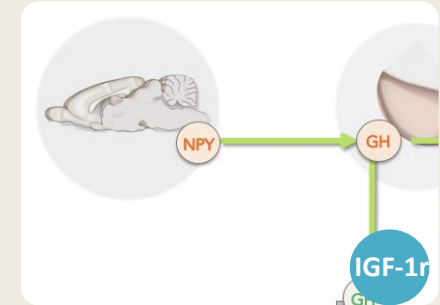
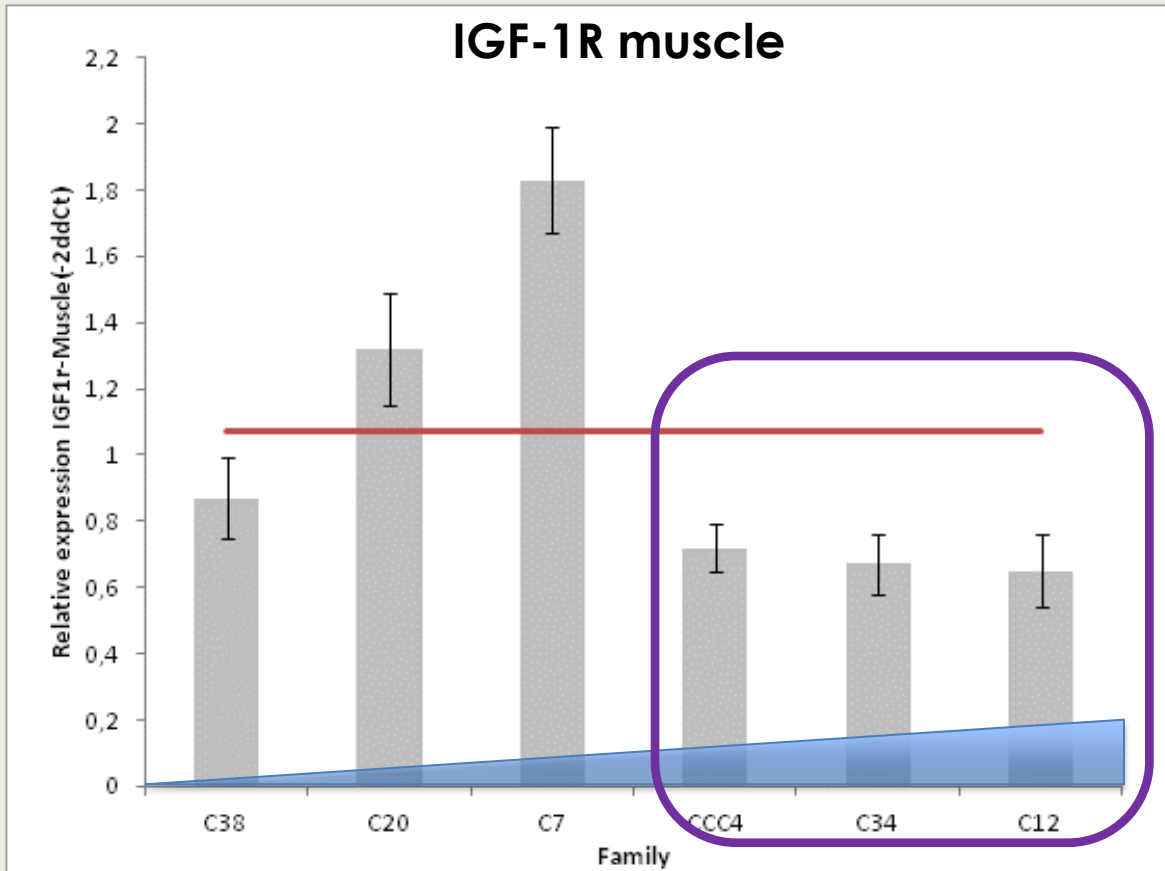


↑ Familles moins performantes

Gène	Taille	Famille
IGF-1r	$F_{[1;36]}=2.992; P=0.092$	$F_{[10;36]}=5.183; P<0.01$

Effet famille

Résultats - Système périphérique



↓ Familles plus performantes

Gène	Taille	Famille
IGF-1r	$F_{[1;36]}=2.992; P=0.092$	$F_{[10;36]}=5.183; P<0.01$

Effet famille

Conclusions – Première étape (familles contrôles)

Hypothèse: niveau d'expression des gènes grand > petit



GH: pas de différence au niveau des groupes ou des familles

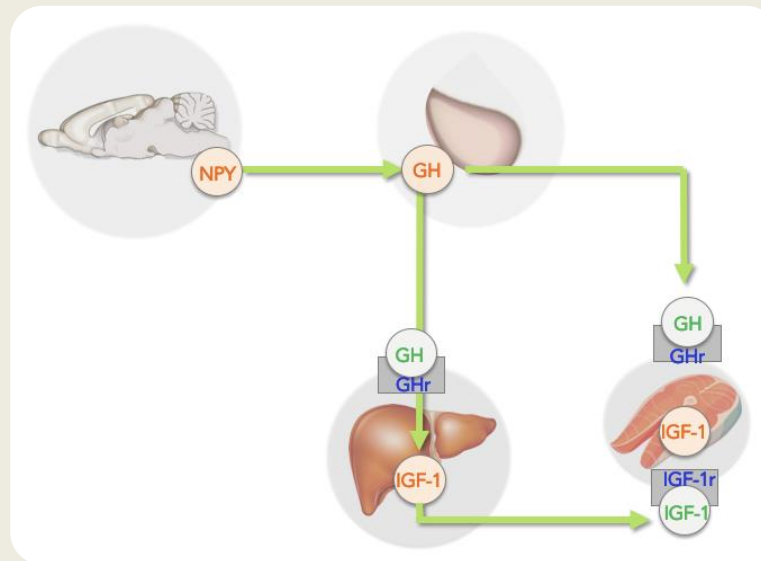
IGF1: surexpression chez les poissons les plus performants au sein des familles, mais pas de différence entre les familles présentant des performances différentes

Tous les récepteurs: surexprimés chez les petits ainsi que dans les familles les moins performantes

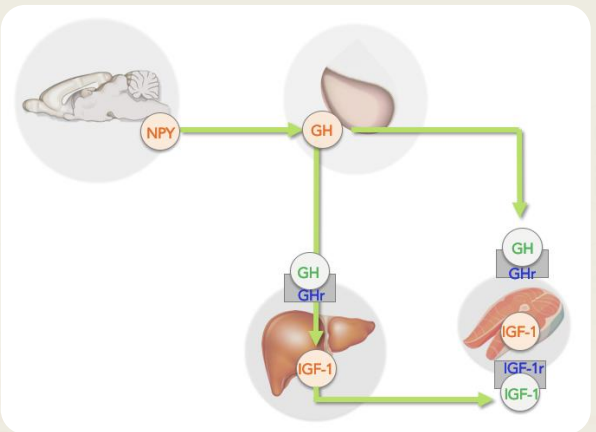
Objectif et hypothèse (deuxième étape)

Est-ce que la sélection agit sur les mêmes gènes et de la même façon que dans les familles contrôles ?

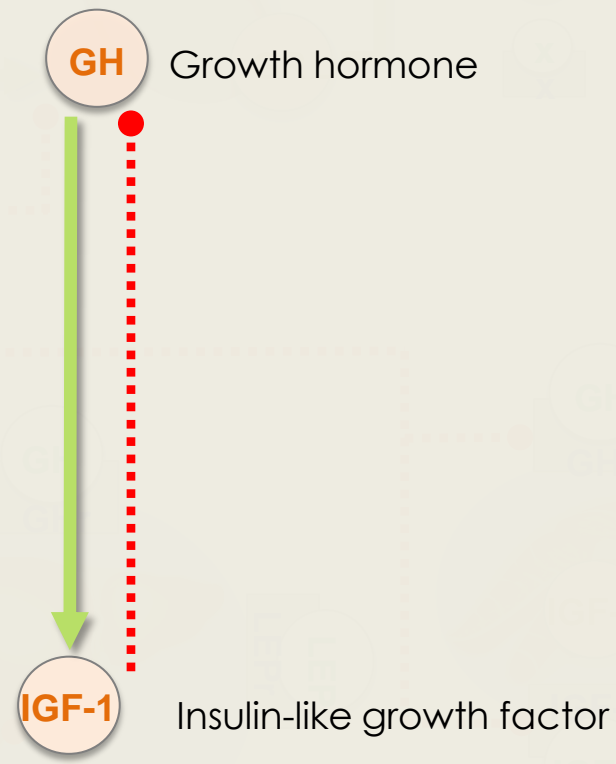
Est-ce que la domestication reste, en fait, une forme de sélection ?



Boucle de régulation de la croissance



→ Stimulation
- - - ● Inhibition



○ Lieu de synthèse de l'hormone
⊗ Hormone et leur récepteur (lieu d'expression)

GRU

GH

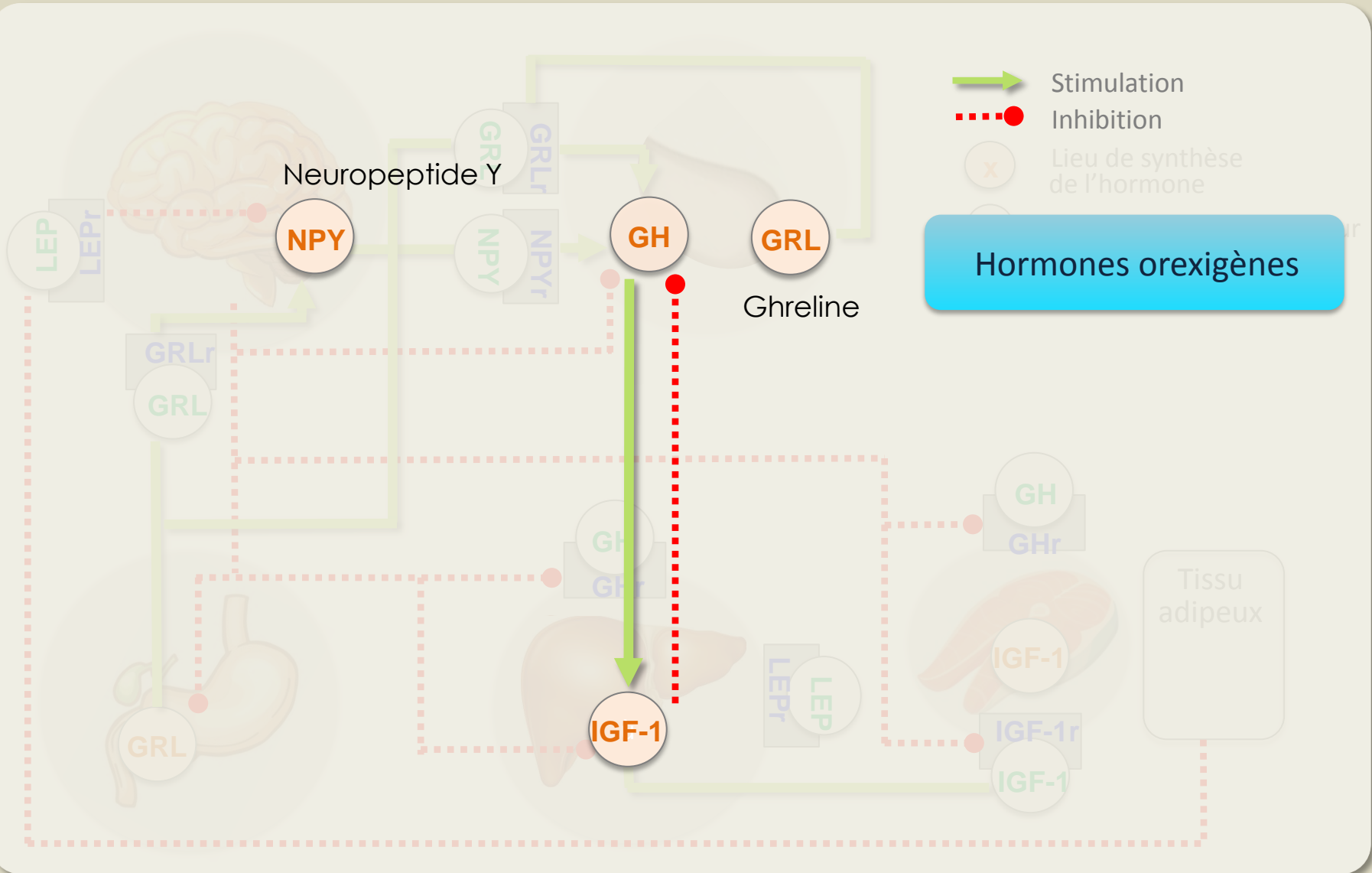
GH

Tissu adipeux

GH

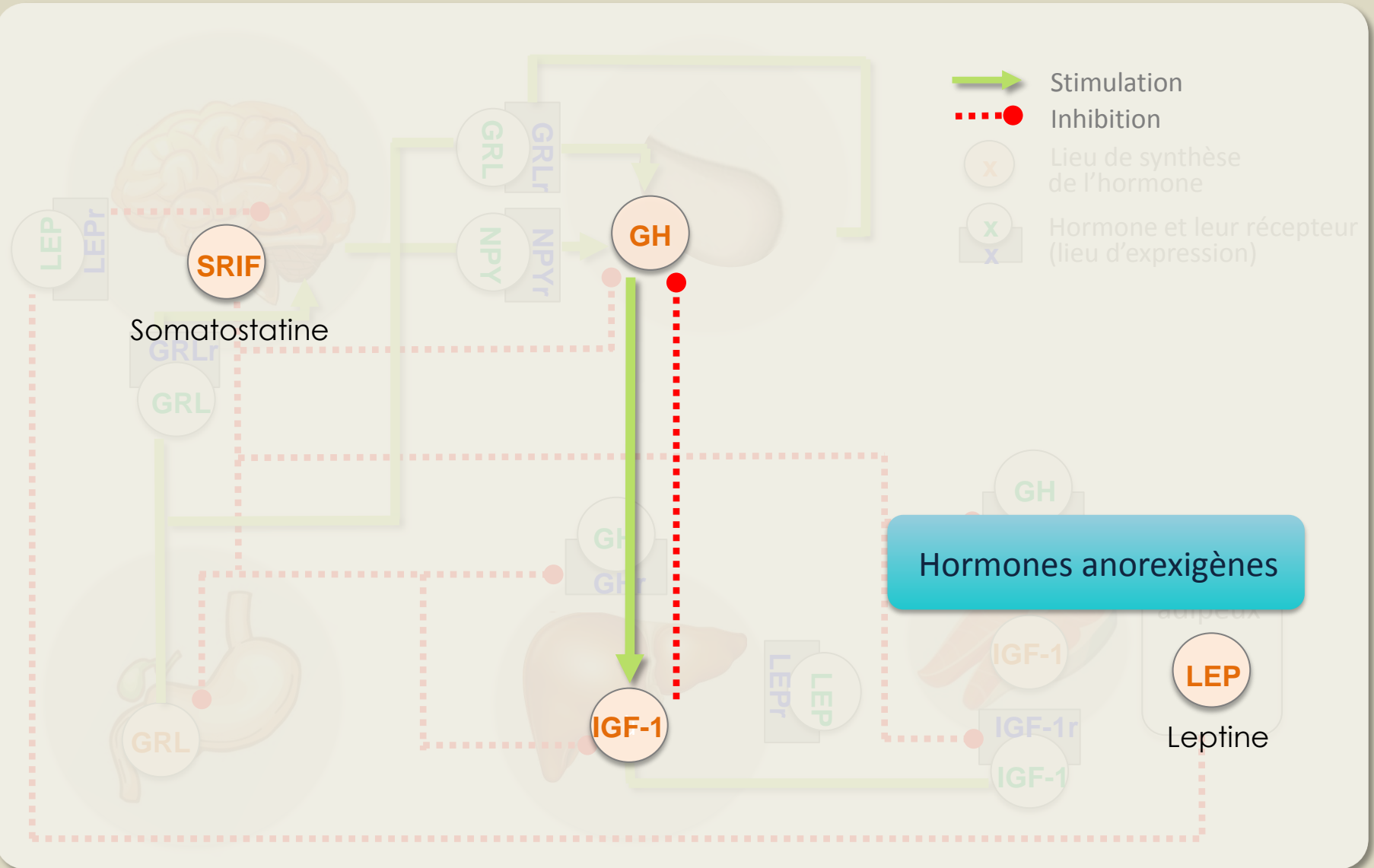
IGF-1

Boucle de régulation de la croissance

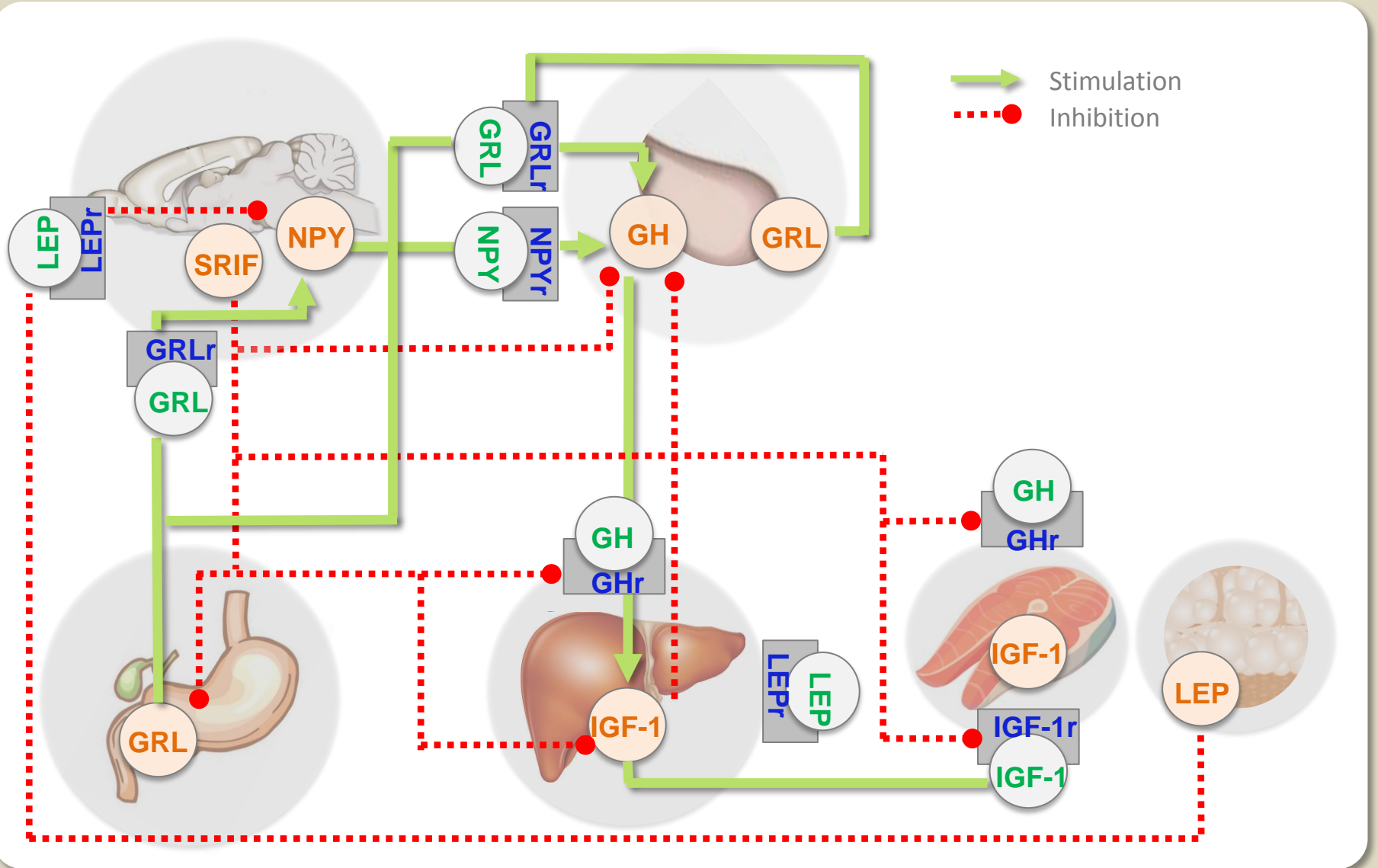


Hormones orexigènes

Boucle de régulation de la croissance



Boucle de régulation de la croissance



La sélection l'omble de fontaine *S. fontinalis*Sélection combinée pendant 5 générations (F_5)

8 familles contrôle

8 familles sélectionnées

Grande

Petite

Grande

Petite

128 juveniles contrôles

128 juveniles sélectionnés



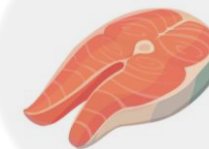
Hypophyse



Cerveau

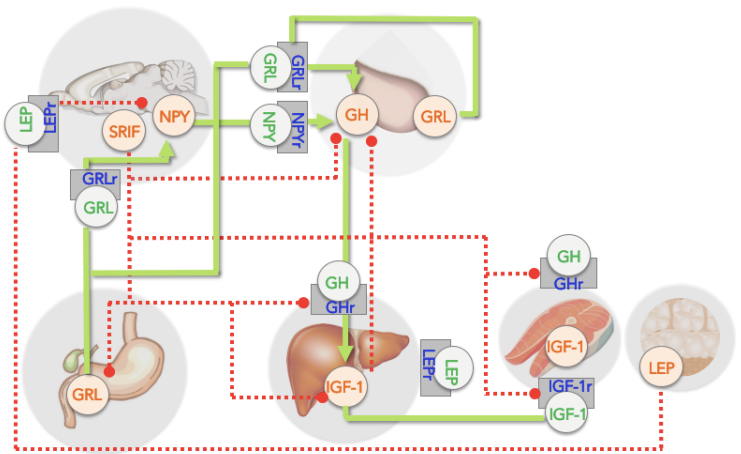


Foie



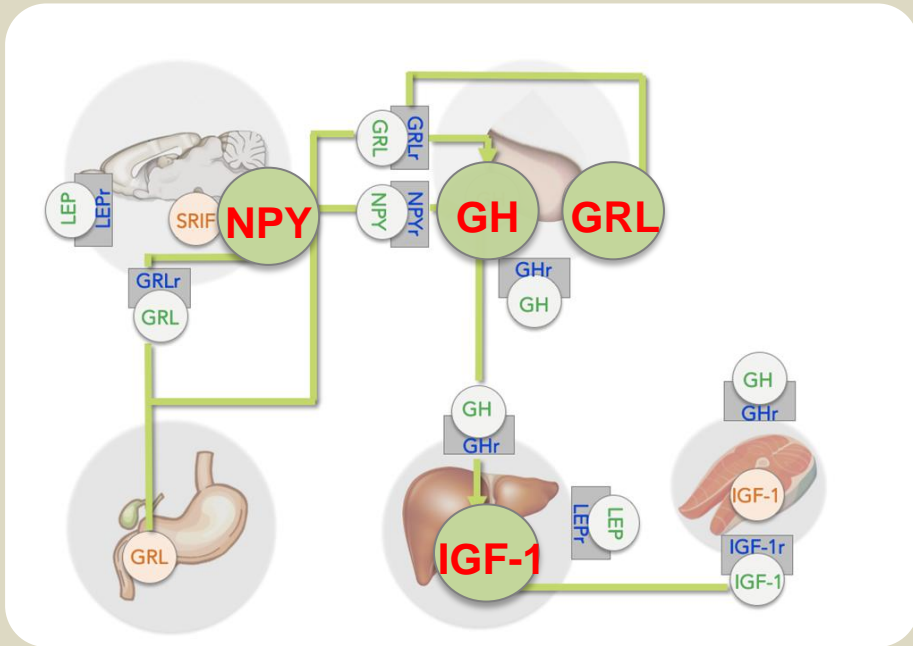
Muscle

La sélection l'omble de fontaine *S. fontinalis*



Tissue	Axe Principal				Facteurs Orexigènes		Facteurs Anorexigènes		Protein muscular
	GH	GHr	IGF-1	IGF-1r	NPY	GHRL	SRIFr	LEPr	MYO
Cerveau					X			X	
Hypophyse	X			X		X	X		
Foie		X	X						
Muscle		X	X	X					X

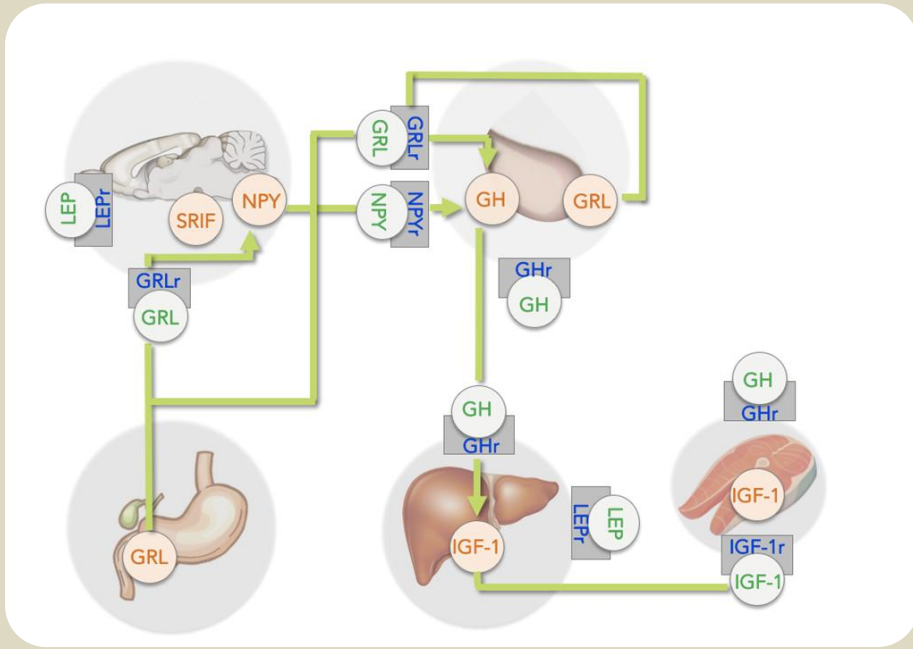
Boucle de régulation de la croissance dans la sélection?



Processus de sélection
favoriser le chemin de stimulation?

Est-ce qu'on s'attend à une
surexpression de l'axe principal GH-IGF1
et des hormones orexigènes?

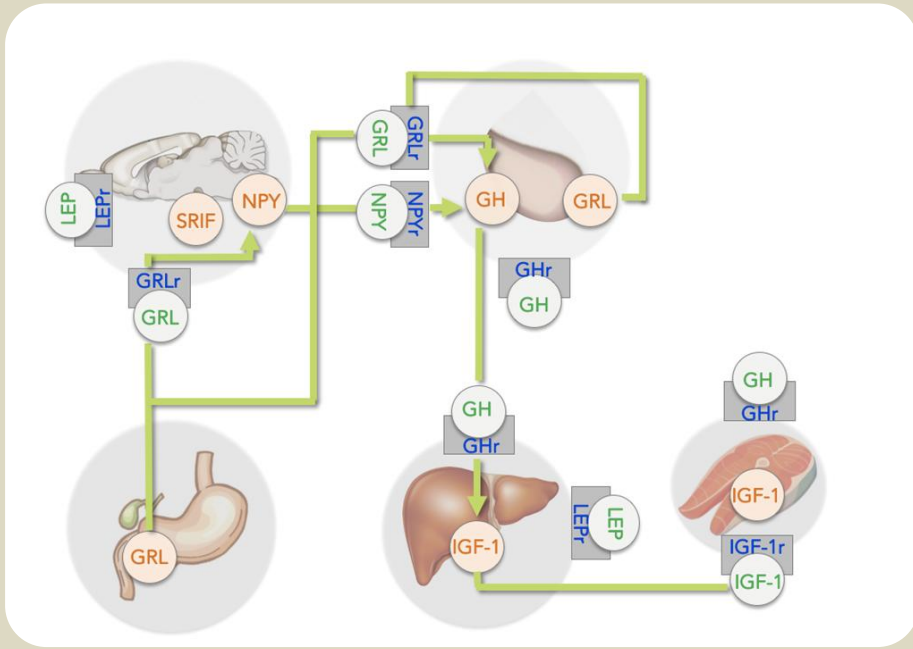
Boucle de régulation de la croissance dans la sélection?



Les plus gros vs les plus petits...

Est-ce que ce chemin est accentué?
C'est un chemin différent?

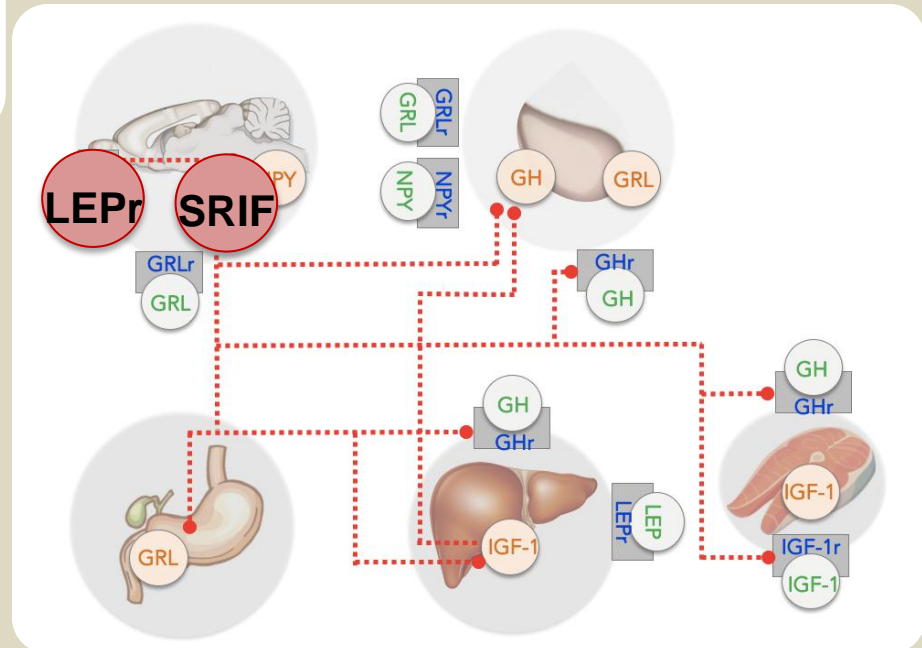
Boucle de régulation de la croissance dans la sélection?

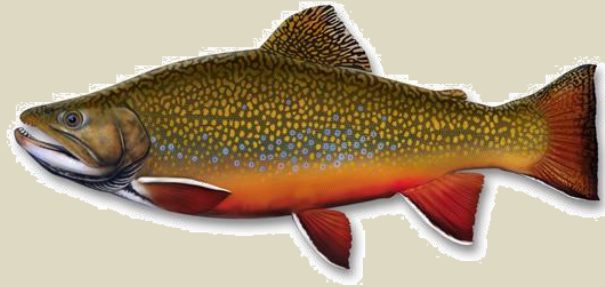


Les plus gros vs les plus petits...

Est-ce que ce chemin est accentué?
C'est un chemin différent?

Surexpression d'inhibiteurs de l'axe GH-IGF1 ou d'hormones anorexigènes?





MERCI

MariaAngelica.MartinezSilva@uqar.ca



Pêches et Océans
Canada

