



HAL
open science

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne évaluée par analyse de texture d'IRM

Rudy Delaplace, Raymond Nowak, Frédéric Lévy, Scott Love, Laurent Barantin, Elodie Chaillou

► To cite this version:

Rudy Delaplace, Raymond Nowak, Frédéric Lévy, Scott Love, Laurent Barantin, et al.. Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne évaluée par analyse de texture d'IRM. Journée Cascimodot, Jun 2018, Tours, France. pp.1-40. hal-02789196

HAL Id: hal-02789196

<https://hal.inrae.fr/hal-02789196>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright



**Journée Scientifique
CaSciModOT
Image et traitements numériques**

**Impact de l'allaitement artificiel sur la
maturation neuroendocrinienne évaluée par
analyse de texture d'IRM**

Rudy Delaplace¹, Raymond Nowak², Frédéric Lévy², Scott Love², Laurent Barantin¹, Elodie Chaillou²

¹ Inserm UMR1253 iBrain, ² Inra UMR PRC



Projet d'intérêt Régional CVdL Ovin2A

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne



Lien spécifique avec la mère
(Val-Laillet et al., 2004, 2006)

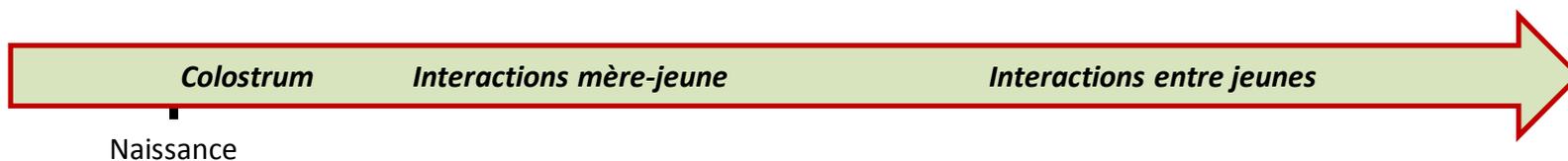


Reconnaissance entre jumeaux
(Ligout et al., 2004)



Préférences alimentaires
(Saint-Dizier et al., 2007)

Agneaux élevés avec leur mère



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne



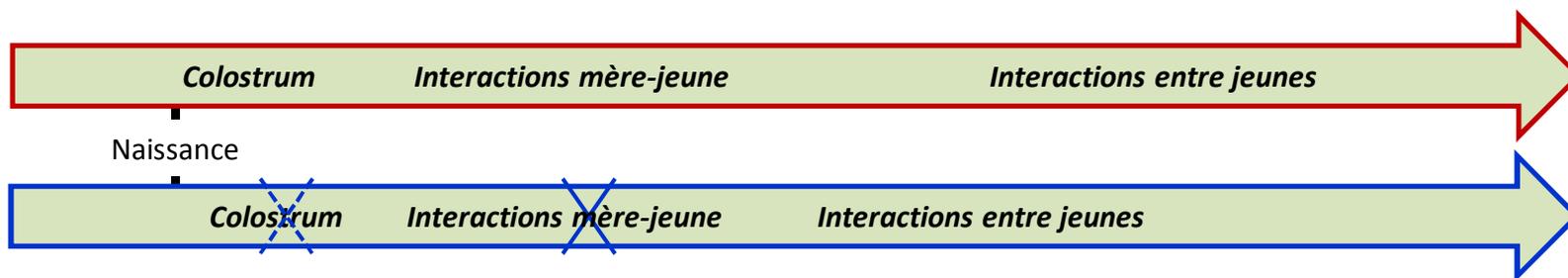
Lien spécifique avec la mère
(Val-Laillet et al., 2004, 2006)



Agneaux élevés avec leur mère
Reconnaissance entre jumeaux
(Ligout et al., 2004)



Préférences alimentaires
(Saint-Dizier et al., 2007)



Pas de lien spécifique avec les autres agneaux
(Gaudin et al., Nowak et al 2015)

Répertoire comportemental modifié
Santé affectée
Perturbations des axes endocriniens (OT, Cort) }
Napolitano et al 2008;
Latham & Mason 2008;
Gaudin et al 2013

Taux de mortalité supérieur

Agneaux élevés sans mère avec un lait artificiel

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne



Lien spécifique avec la mère
(Val-Laillet et al., 2004, 2006)



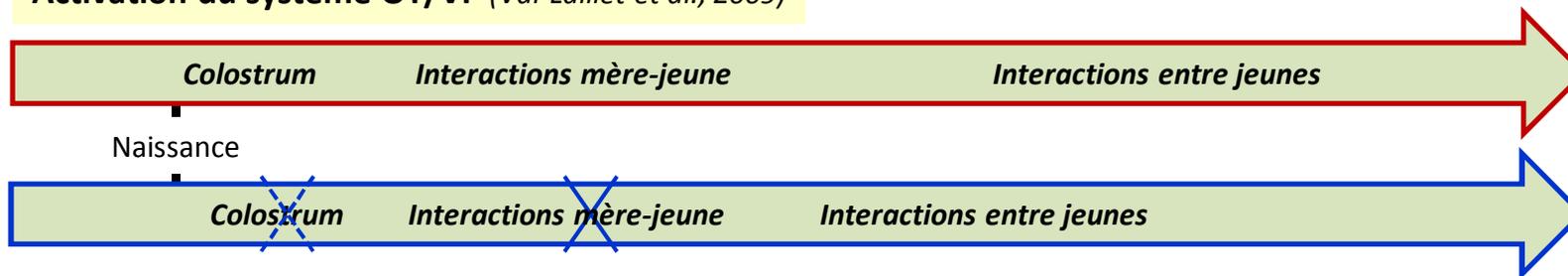
Reconnaissance entre jumeaux
(Ligout et al., 2004)



Préférences alimentaires
(Saint-Dizier et al., 2007)

Agneaux élevés avec leur mère

Activation du système OT/VP (Val-Laillet et al., 2009)



Pas de lien spécifique avec les autres agneaux
(Gaudin et al., Nowak et al 2015)

Répertoire comportemental modifié
Santé affectée
Perturbations des axes endocriniens (OT, Cort)

} Napolitano et al 2008;
Latham & Mason 2008;
Gaudin et al 2013

Taux de mortalité supérieur

Agneaux élevés sans mère avec un lait artificiel



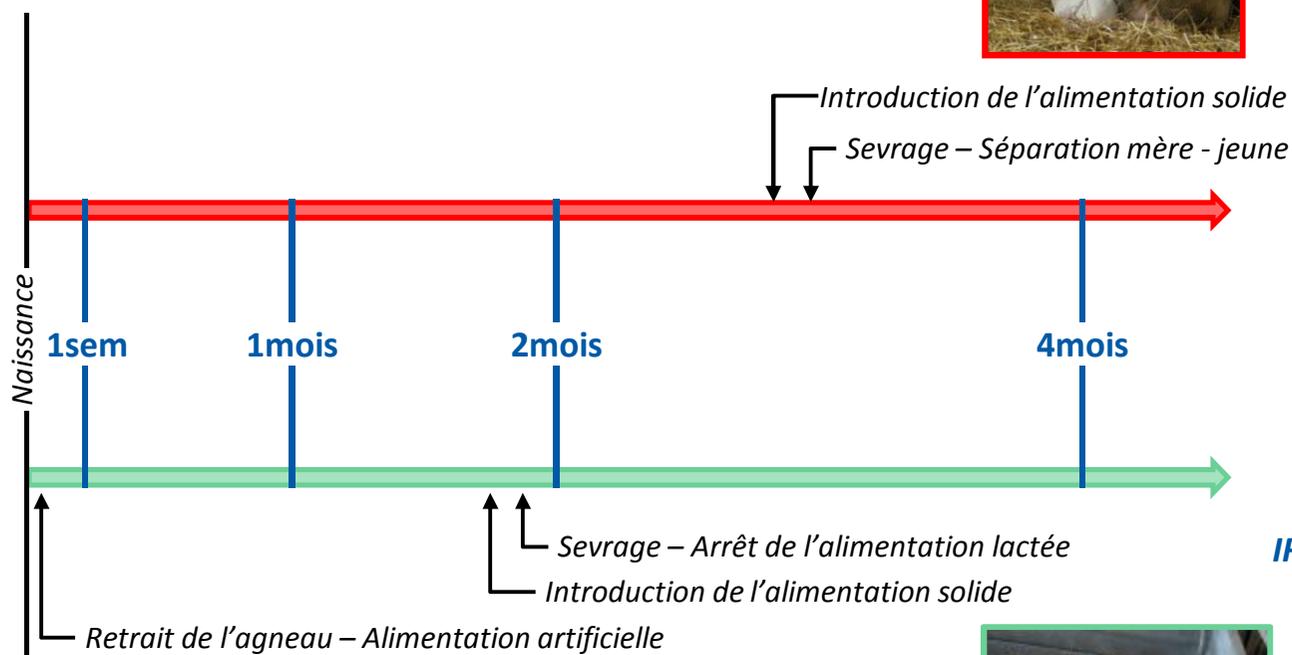
Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Les altérations des systèmes neuronaux (OT, VP) et hormonaux (cortisol, ocytocine) associés aux axes endocriniens traduisent-ils une altération de la maturation des glandes neuroendocriniennes?

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Protocole

Agneaux élevés avec leur mère (n=10)



Acquisitions

CT scan (Siemens Somatom)

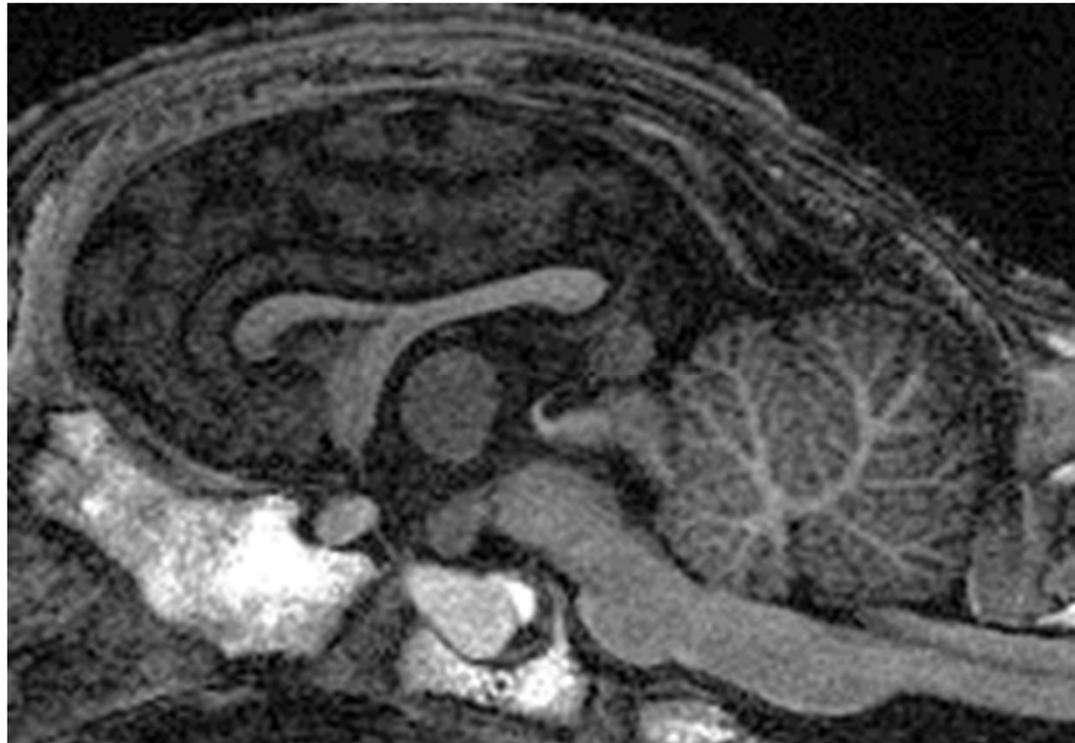
IRM (Siemens Magnetom Verio 3Te)

Agneaux élevés sans mère avec du lait artificiel (n=10)



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

IRM T1

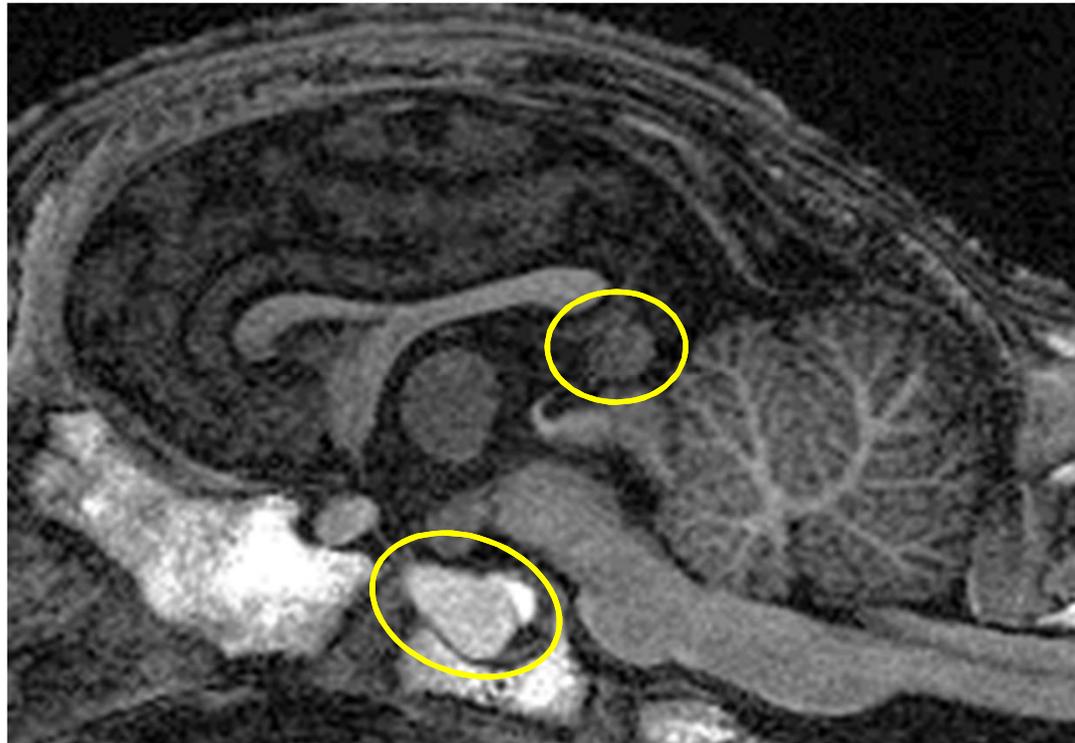


T1w MPRAGE

TE3.44ms, TR2500ms;0.4mm;TA45min;4nex

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

IRM T1

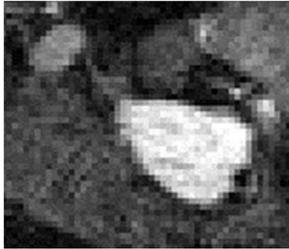
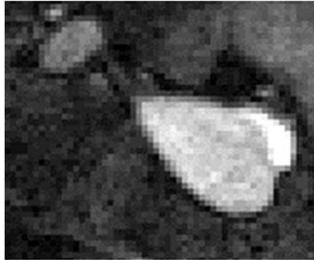
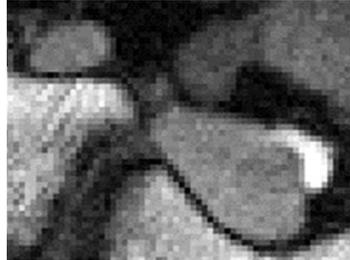


T1w MPRAGE

TE3.44ms, TR2500ms;0.4mm;TA45min;4nex

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation hypophysaire ÈIRM T1

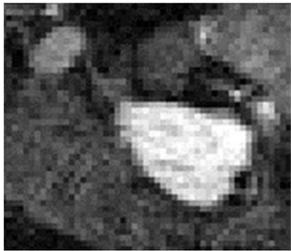
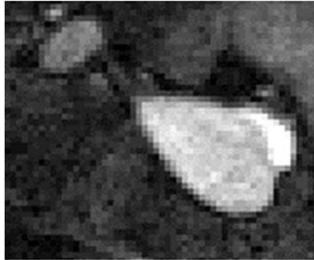
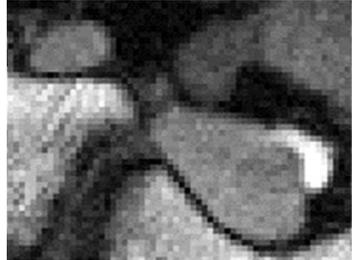
	1 semaine	1 mois	4 mois
Agneau1 14906			
Agneau 14818			

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation hypophysaire ÈIRM T1

Agneaux élevés
sans mère avec
du lait artificiel

Agneaux élevés
avec leur mère

	1 semaine	1 mois	4 mois
Agneau1 14906			
Agneau 14818			



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture

- Pas de définition/formule définie pour la texture
- Différentes approches possibles
 - Statistique (matrice de cooccurrence)
 - Spectrale (filtres de Gabor)
 - À base de modèles (dimension fractale, analyse stochastique)
 - À base d'agents (marche autoévitante)



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture

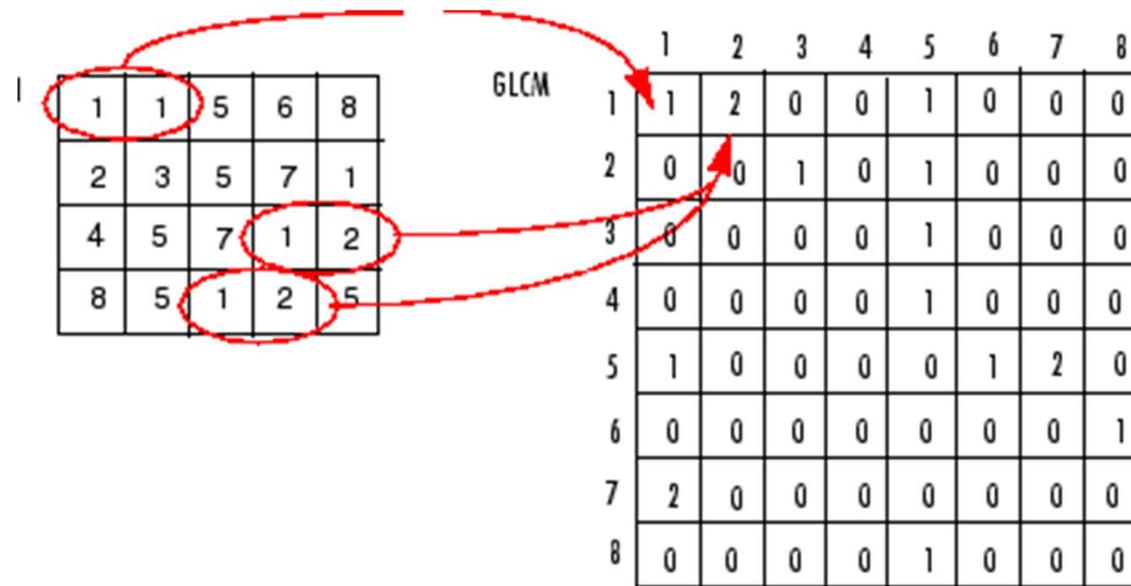
- Pas de définition/formule définie pour la texture
- Différentes approches possibles
 - **Statistique (matrice de cooccurrence)**
 - Spectrale (filtres de Gabor)
 - À base de modèles (dimension fractale, analyse stochastique)
 - À base d'agents (marche autoévitante)

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Matrice de cooccurrence

Rend compte de la relation d'un voxel avec son voisinage

$$C_{\Delta x, \Delta y, \Delta z}(i, j) = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n \sum_{z=1}^p \begin{cases} 1, & \text{if } I(x, y, z) = i \text{ and } I(x + \Delta x, y + \Delta y, z + \Delta z) = j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$



Matrice de cooccurrence
(www.mathworks.com)



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

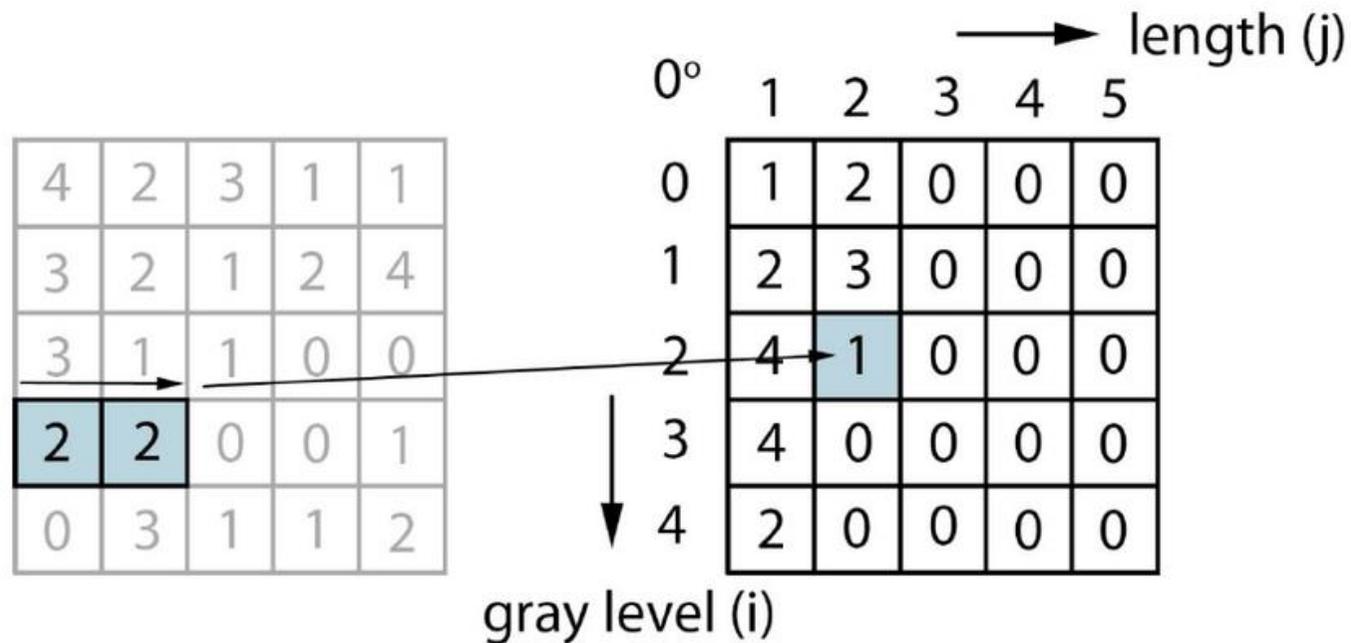
Analyse de texture - Matrice de cooccurrence

- Énergie
- Contraste
- Corrélation
- Somme des carrés
- Homogénéité
- Somme moyenne
- Somme des variances
- Somme de l'entropie
- Entropie
- Différence de variance
- Différence d'entropie

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Matrice à longueur de plages

Rend compte de l'importance de plages de voxels de même intensité



Matrice à longueur de plage
(Nilsson et al., 2011)



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Matrice à longueur de plages

- Importance des plages courtes
- Importance des plages longues
- Non-uniformité des niveaux de gris
- Non-uniformité des longueurs de plages
- Fraction de l'image en plages



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Discrimination des paramètres

- 314 paramètres de texture
- Détermination des paramètres les plus représentatifs de la texture de nos données
- Coefficient de Fisher
 - Ratio variance entre classes et variance interclasse

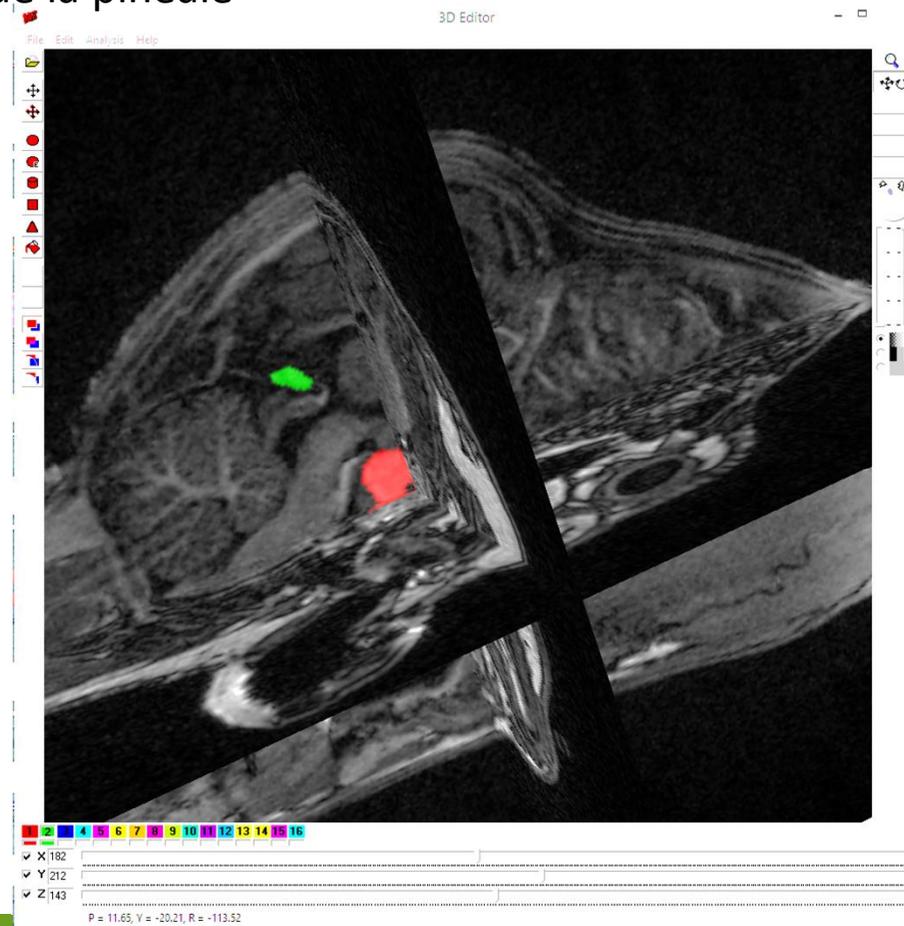
$$F = \frac{D}{V} = \frac{1}{1 - \sum_{k=1}^K P_k^2} \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^K P_k P_j (\mu_k - \mu_j)^2}{\sum_{k=1}^K P_k V_k}$$

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Segmentation de l'hypophyse et de la pinéale

- Segmentation de l'hypophyse et de la pinéale

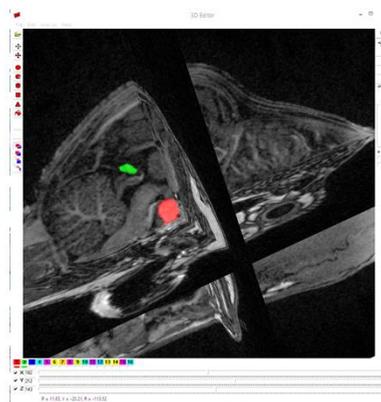
Logiciel MaZda
(Szczyplinski et al., 2009)



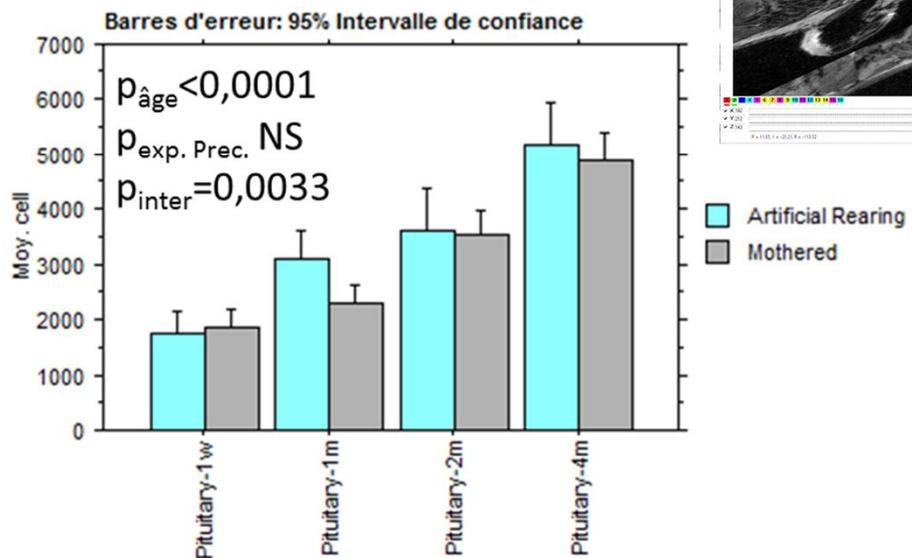
Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Segmentation et volumes de l'hypophyse et de la pinéale

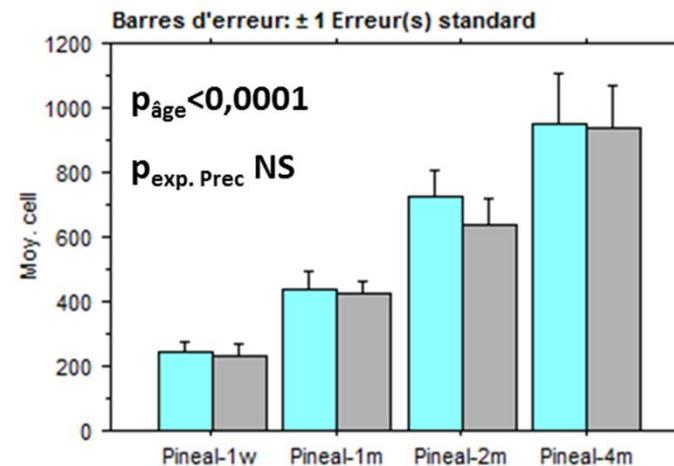
- Segmentation de l'hypophyse et de la pinéale



Hypophyse



Pinéale





Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Discrimination des paramètres

- Segmentation de l'hypophyse et de la pinéale
- Choix des populations :
 - Ensemble des données (2 glandes, 2 exp. précoces, 4 âges)
 - Ensemble des données par glande (2 exp. précoces, 4 âges)
 - Pour chaque glande, l'ensemble des données par expérience précoce (4 âges) et par âge (2 exp. précoces)



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Discrimination des paramètres

- Segmentation de l'hypophyse et de la pinéale
- Choix des populations :
 - Ensemble des données (2 glandes, 2 exp. précoces, 4 âges)
 - Ensemble des données par glande (2 exp. précoces, 4 âges)
 - **Pour chaque glande, l'ensemble des données par expérience précoce (4 âges) et par âge (2 exp. précoces)**

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Discrimination des paramètres de l'hypophyse

hypo am	
135dr_GlevNonU	4,4847
Z_GlevNonU	4,0905
Horzl_GlevNonU	3,3055
45dgr_GlevNonU	3,011
Vertl_GlevNonU	2,6924
Vertl_RLNonU	1,1166
Horzl_RLNonU	1,08
45dgr_RLNonU	1,0141
135dr_RLNonU	0,9857
Kurtosis3D	0,9827

hypo aa	
Z_GLevNonU	5,7733
GrSkewness	5,1467
135dr_GLevNonU	4,865
Horzl_GLevNonU	4,2139
GrKurtosis	4,106
45dgr_GLevNonU	3,822
Vertl_GlevNonU	3,124
Kurtosis3D	3,0713
Skewness3D	2,169
Vertl_RLNonUni	2,0624

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Discrimination des paramètres de l'hypophyse

hypo am	
135dr_GlevNonU	4,4847
Z_GlevNonU	4,0905
Horzl_GlevNonU	3,3055
45dgr_GlevNonU	3,011
Vertl_GlevNonU	2,6924
Vertl_RLNonU	1,1166
Horzl_RLNonU	1,08
45dgr_RLNonU	1,0141
135dr_RLNonU	0,9857
Kurtosis3D	0,9827

hypo aa	
Z_GLevNonU	5,7733
GrSkewness	5,1467
135dr_GLevNonU	4,865
Horzl_GLevNonU	4,2139
GrKurtosis	4,106
45dgr_GLevNonU	3,822
Vertl_GlevNonU	3,124
Kurtosis3D	3,0713
Skewness3D	2,169
Vertl_RLNonUni	2,0624

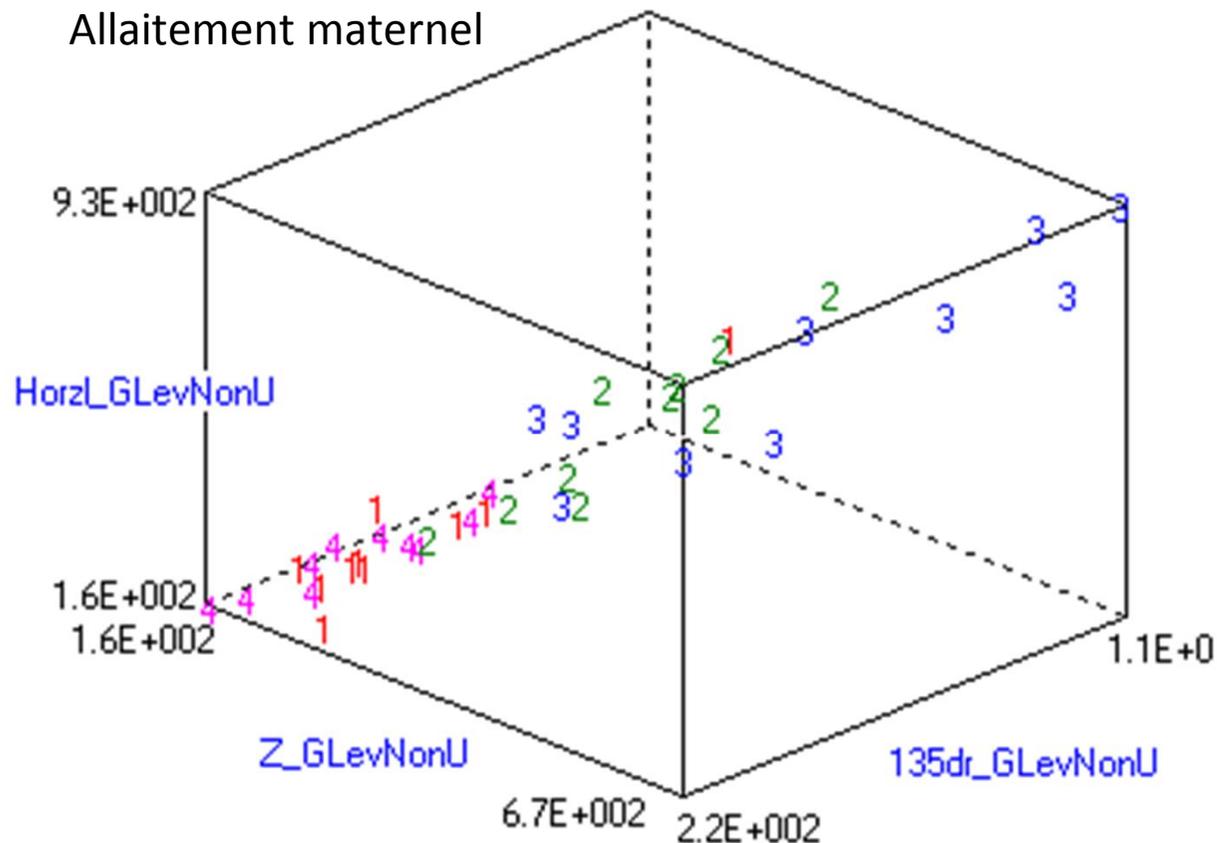
Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation hypophysaire ÈIRM T1

Allaitement maternel

- 1 semaine
- 1 mois
- 2 mois
- 4 mois

135dr_GlevNonU	4,4847
Z_GlevNonU	4,0905
Horzl_GlevNonU	3,3055



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation hypophysaire ÈIRM T1

Allaitement artificiel

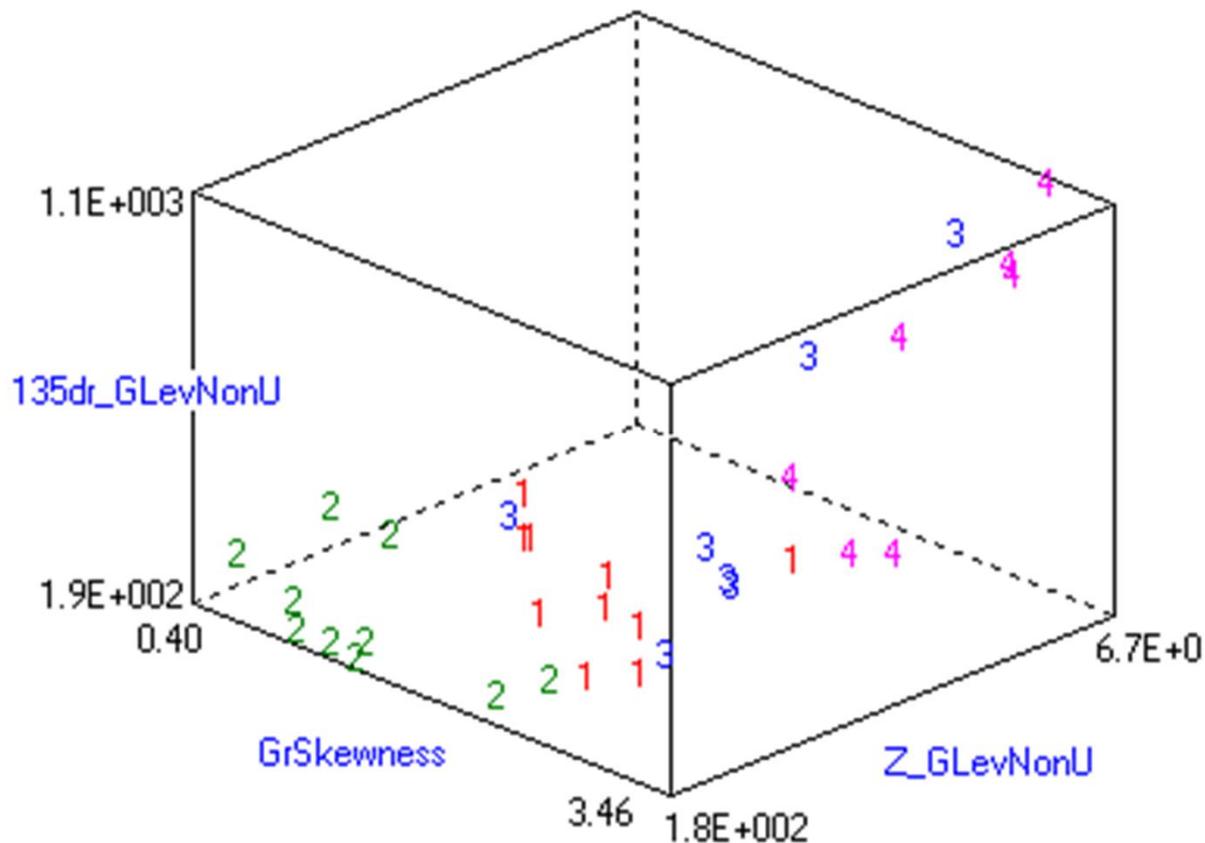
1 semaine

1 mois

2 mois

4 mois

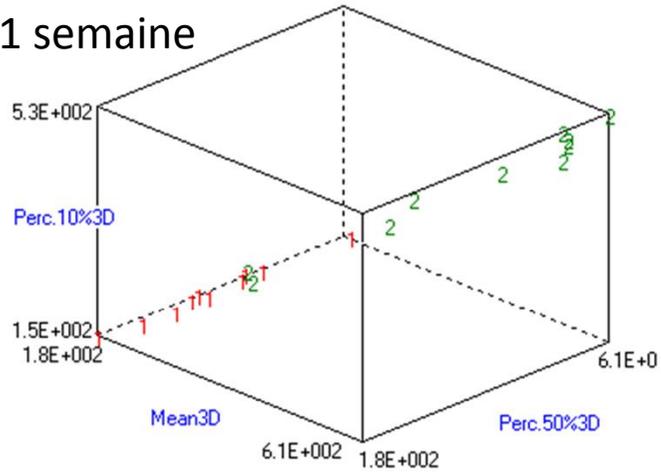
Z_GLevNonU	5,7733
GrSkewness	5,1467
135dr_GLevNonU	4,865



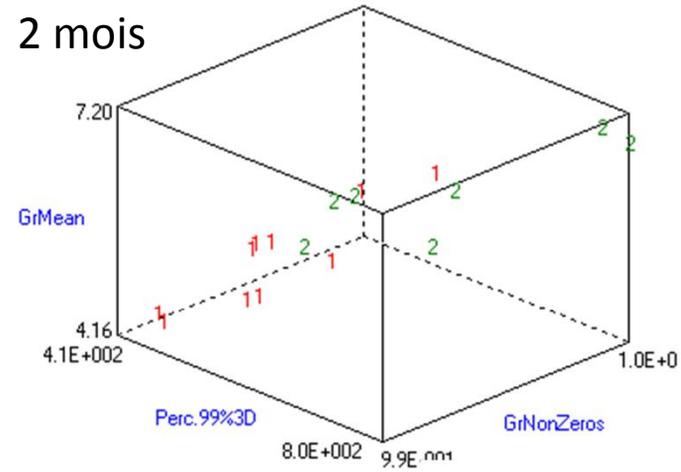
Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation hypophysaire È IRM T1

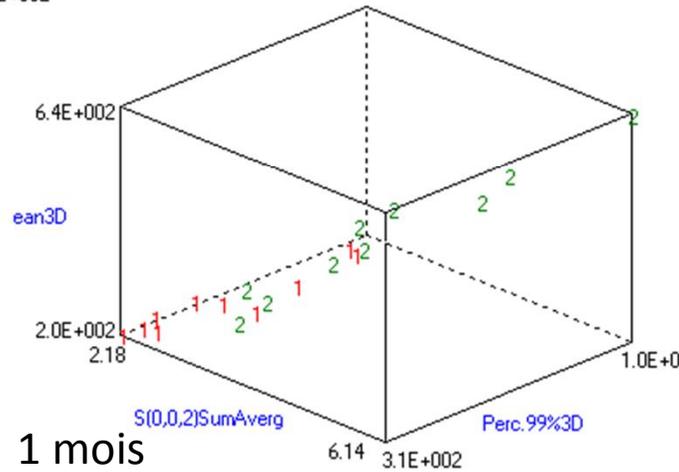
1 semaine



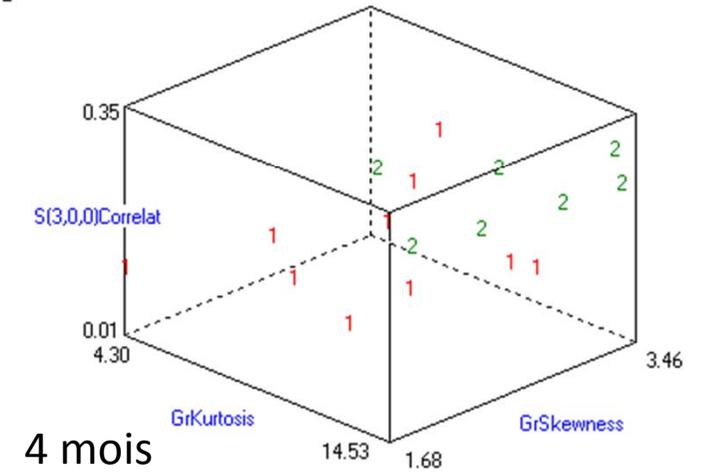
2 mois



allaités artificiellement
maternés



1 mois



4 mois

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Discrimination des paramètres de la pinéale

pin am	
Horzl_Fraction	3,604
Vertl_GlevNonU	3,6027
45dgr_GlevNonU	3,4175
45dgr_ShrtREmp	3,197
45dgr_Fraction	3,177
Vertl_Fraction	3,1608
Z_GlevNonU	3,0085
Horzl_LngREmp	2,9274
Horzl_GlevNonU	2,8373
135dr_GlevNonU	2,5973

pin aa	
135dr_LngREmp	5,4364
Horzl_Fraction	5,233
Z_GlevNonU	4,8652
45dgr_GlevNonU	4,3276
Vertl_GlevNonU	4,0957
45dgr_Fraction	3,4429
Horzl_LngREmp	3,3848
Horzl_GlevNonU	3,1981
45dgr_ShrtREmp	2,6618
135dr_GlevNonU	2,5434

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

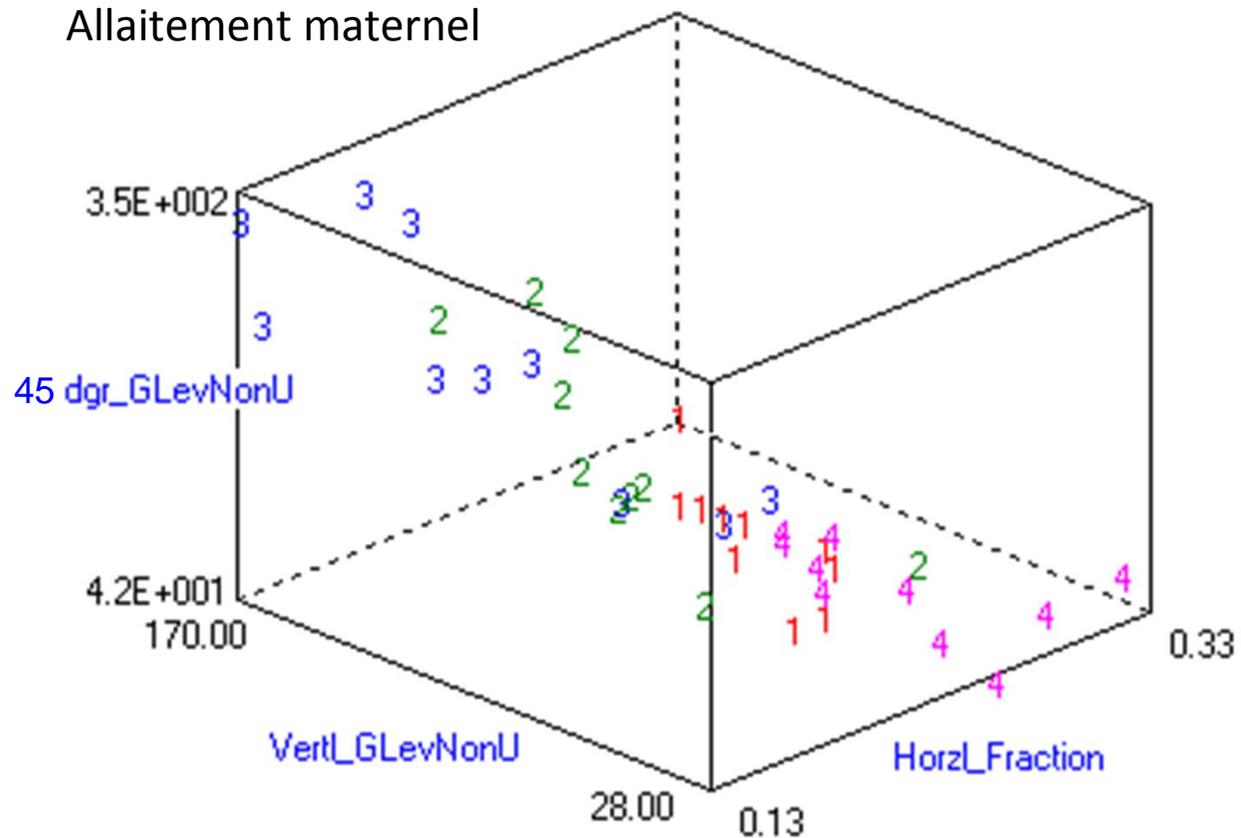
Analyse de texture - Discrimination des paramètres de la pinéale

pin am		pin aa	
Horzl_Fraction	3,604	135dr_LngREmph	5,4364
Vertl_GlevNonU	3,6027	Horzl_Fraction	5,233
45dgr_GlevNonU	3,4175	Z_GLevNonU	4,8652
45dgr_ShrtREmp	3,197	45dgr_GLevNonU	4,3276
45dgr_Fraction	3,177	Vertl_GLevNonU	4,0957
Vertl_Fraction	3,1608	45dgr_Fraction	3,4429
Z_GlevNonU	3,0085	Horzl_LngREmph	3,3848
Horzl_LngREmph	2,9274	Horzl_GLevNonU	3,1981
Horzl_GlevNonU	2,8373	45dgr_ShrtREmp	2,6618
135dr_GlevNonU	2,5973	135dr_GlevNonU	2,5434

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation de la pinéale Ę IRM T1

Allaitement maternel



1 semaine
1 mois
2 mois
4 mois

HorzL_Fraction	3,604
VertL_GLevNonU	3,6027
45dgr_GLevNonU	3,4175

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation de la pinéale - IRM T1

Allaitement artificiel

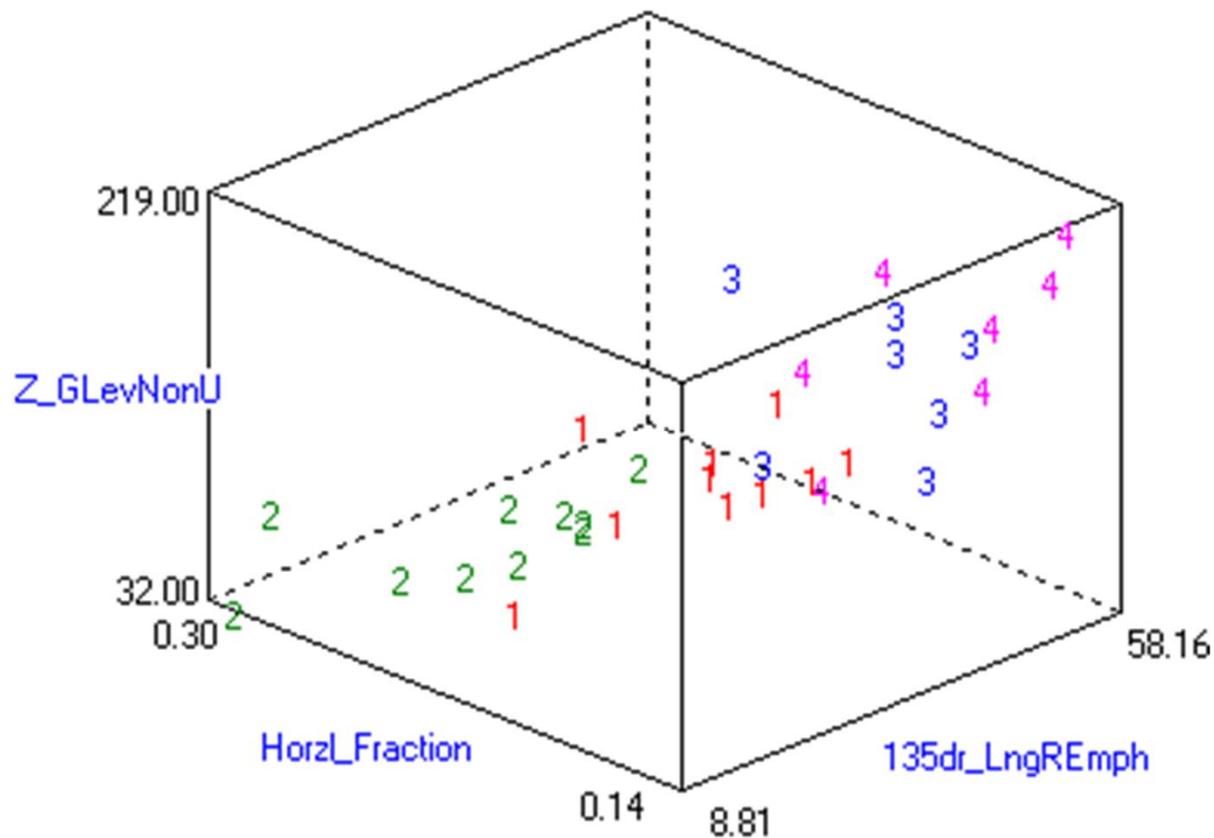
1 semaine

1 mois

2 mois

4 mois

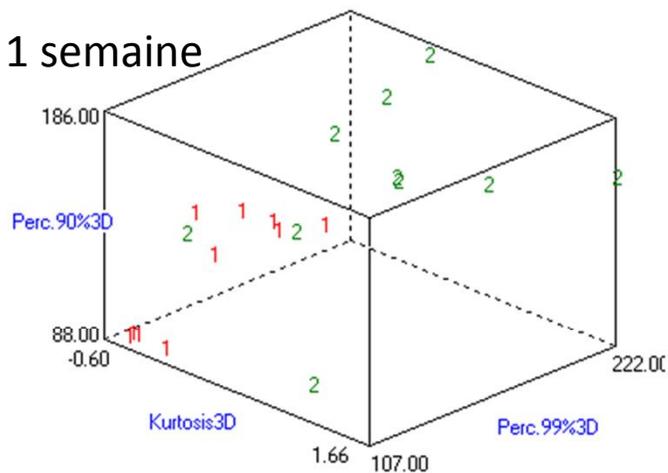
135dr_LngREmph	5,4364
HorzL_Fraction	5,233
Z_GLevNonU	4,8652



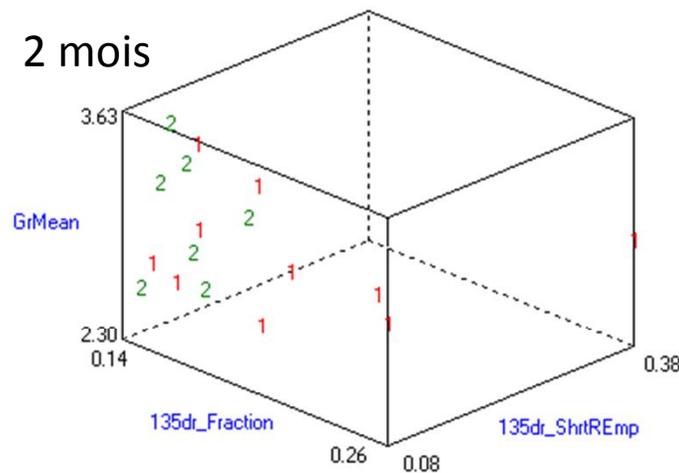
Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Maturation - Différenciation pinéale È IRM T1

1 semaine

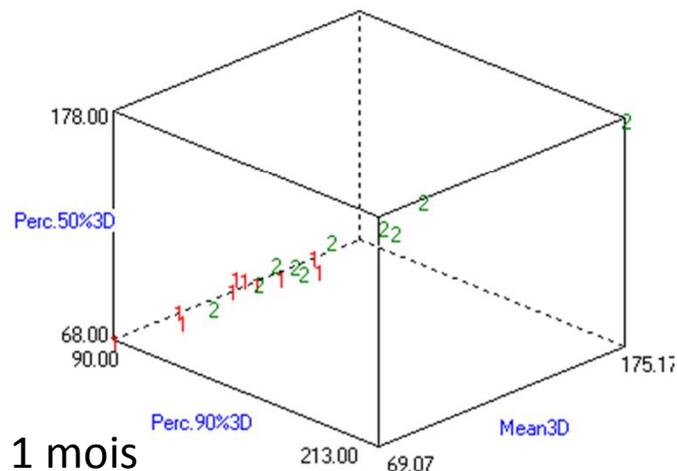


2 mois

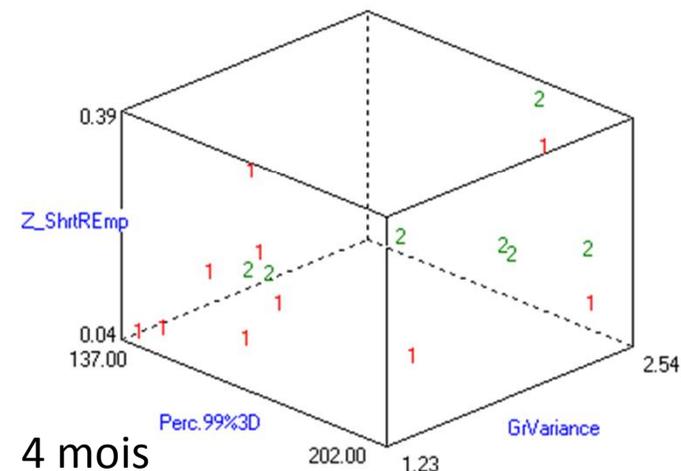


allaités artificiellement
maternés

1 mois



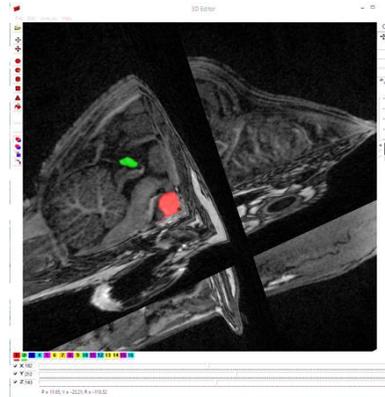
4 mois



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Conclusions

Hypophyse ✓



Pinéale ?

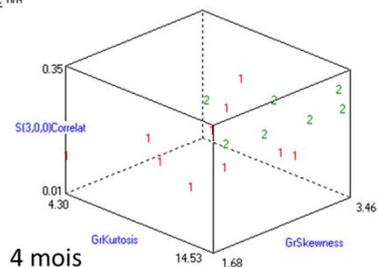
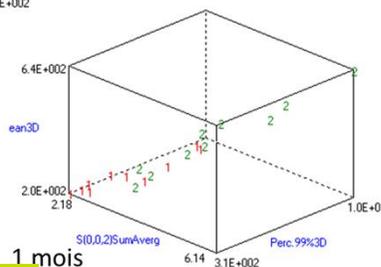
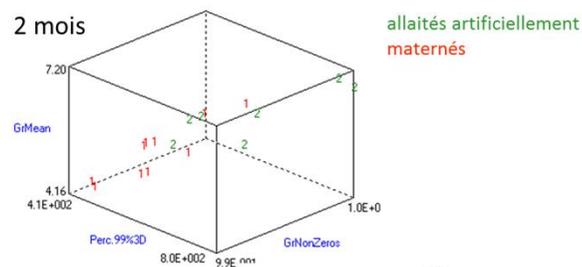
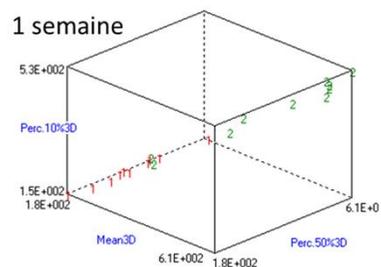
Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture Æ Conclusions Hypophyse

Agneaux élevés sans mère avec du lait artificiel

Agneaux élevés avec leur mère

	1 semaine	1 mois	4 mois
Agneau 14906			
Agneau 14818			



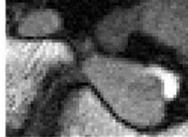
allaités artificiellement
maternés

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

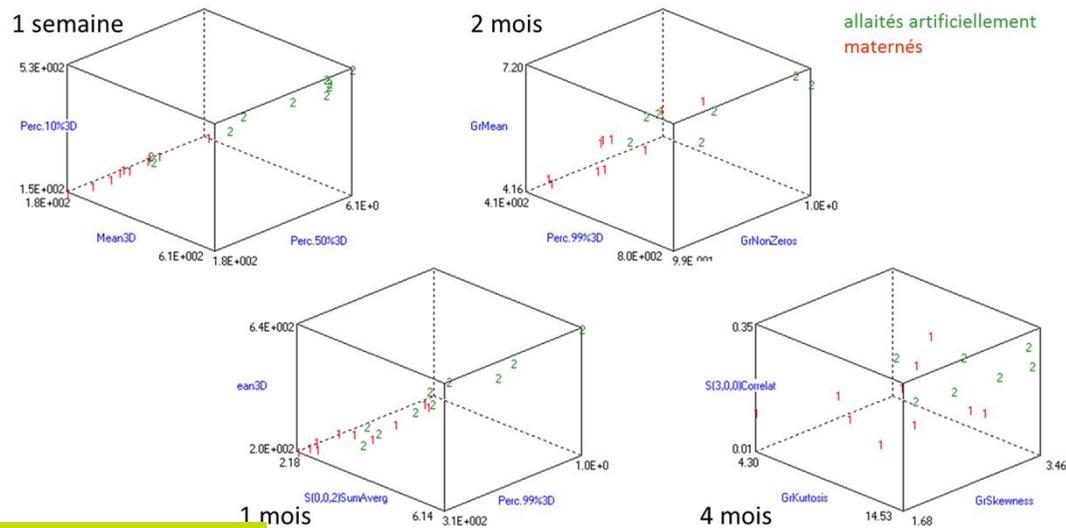
Analyse de texture – Conclusions Hypophyse

Agneaux élevés sans mère avec du lait artificiel

Agneaux élevés avec leur mère

	1 semaine	1 mois	4 mois
Agneau 14906			
Agneau 14818			

Les paramètres de texture reflètent la non uniformité du tissu, reflet de la différenciation de l'adéno- et de la neurohypophyse



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture – Conclusions Hypophyse

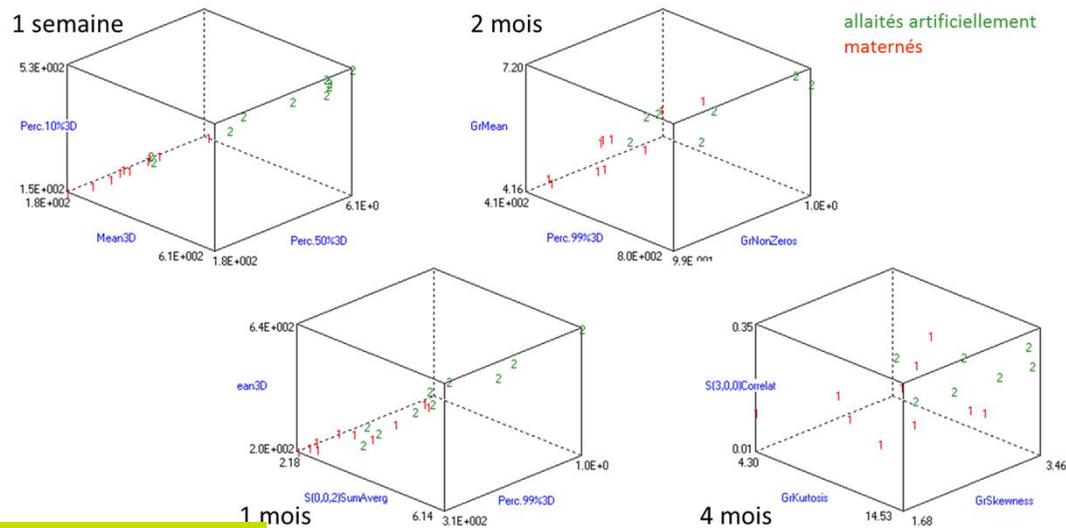
Agneaux élevés sans mère avec du lait artificiel

Agneaux élevés avec leur mère

	1 semaine	1 mois	4 mois
Agneau 14906			
Agneau 14818			

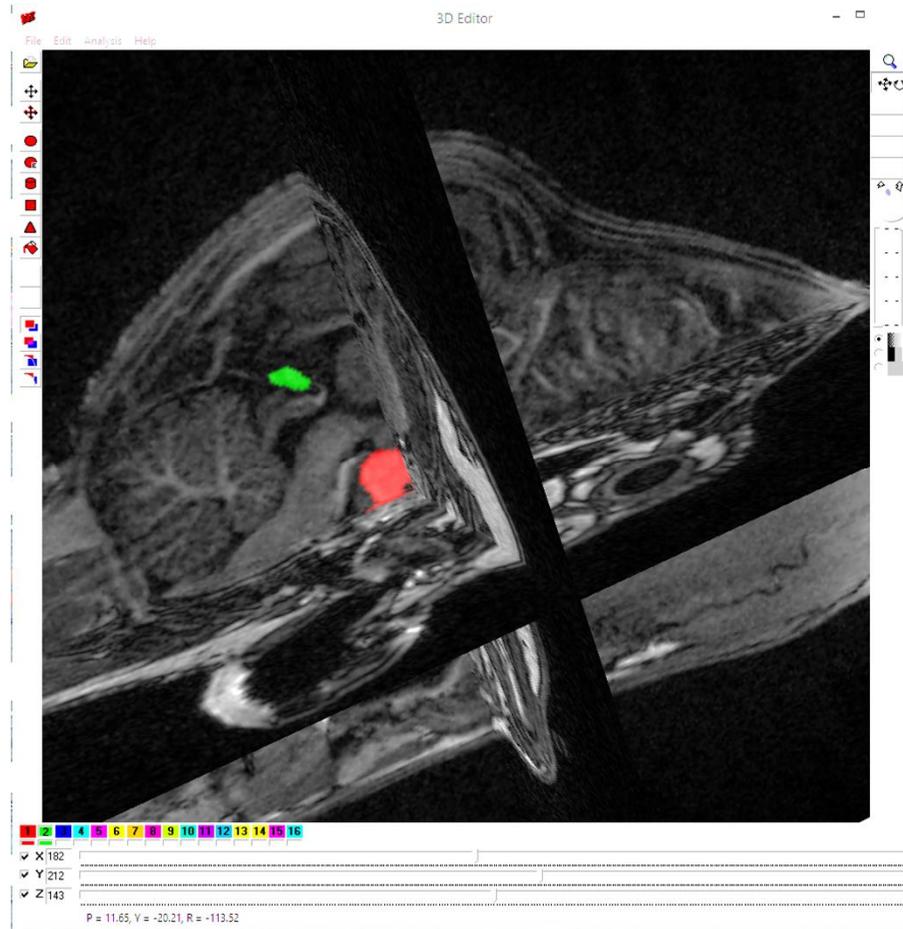
Les paramètres de texture reflètent la non uniformité du tissu, reflet de la différenciation de l'adéno- et de la neurohypophyse

Anova sur les 4 paramètres les plus discriminants pour l'hypophyse



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture → Conclusions Pinéale



Glande peut-être pas aussi témoin que cela!!!
Questionnement sur la morphologie de cette glande



Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Analyse de texture - Conclusions

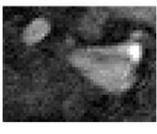
Pour chaque glande neuroendocrine, réaliser une nouvelle analyse de texture + ACP sur l'ensemble de la population pour comparer le poids des paramètres de texture expliquant la répartition de nos individus

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

Perspective - Radiomique

Agneaux élevés sans mère avec du lait artificiel

Agneaux élevés avec leur mère

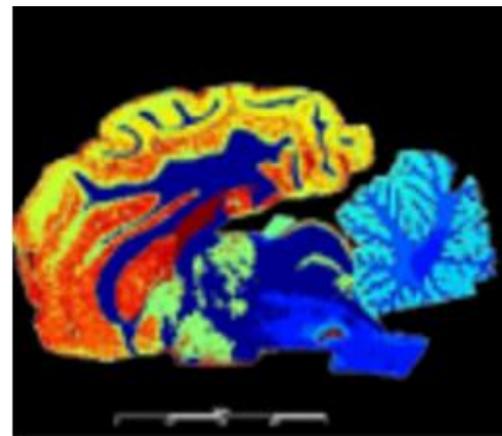
	1 semaine	1 mois	4 mois
Agneau 14906			
Agneau 14818			

hypo am	
135dr_GLevNonU	4,4847
Z_GLevNonU	4,0905
Horzl_GLevNonU	3,3055
45dgr_GLevNonU	3,011
Vertl_GLevNonU	2,6924
Vertl_RLNonU	1,1166
Horzl_RLNonU	1,08
45dgr_RLNonU	1,0141
135dr_RLNonU	0,9857
Kurtosis3D	0,9827

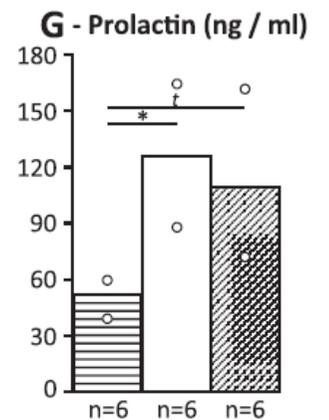
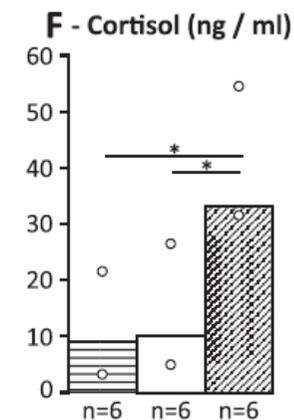
hypo aa	
Z_GLevNonU	5,7733
GrSkewness	5,1467
135dr_GLevNonU	4,865
Horzl_GLevNonU	4,2139
GrKurtosis	4,106
45dgr_GLevNonU	3,822
Vertl_GLevNonU	3,124
Kurtosis3D	3,0713
Skewness3D	2,169
Vertl_RLNonUni	2,0624



Fibres NPY-ir dans la neuro-hypophyse



Cartographie des lipides par MSI

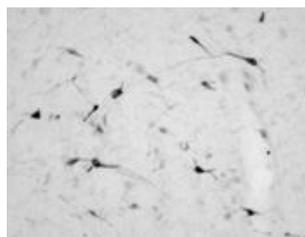


Concentrations plasmatiques

Impact de l'allaitement artificiel sur la maturation neuroendocrinienne

CNA

L. Calandreau
F. Cornilleau
M. Meurisse
M. Morisse
...



iBrain, Tours

F. Andersson
L. Barantin
I. Fillipiak
C. Destrieux

Consortium APR Ovin2A Consortium Prebiostress Consortium PhénoMattHyp



UEPAO/UE Bourges

Olivier Lasserre
Damien Capo
Frédéric Bouvier



LI, Univ. Tours

G. Galisot
J.-Y. Ramel...

Etudiants

Manon Bellardie (APR NeuroGéo)
Csilla Fazekas (PHC Balaton)
Emmanuelle Haslin (APR NeuroGéo)
Hanga Horváth (PHC Balaton)
Laurène Leroy (APR Ovin2A)
Ophélie Menant (Région CVL)
Marine Siwiaszczyk (APR NeuroGéo)



Merci de votre attention!