## MODÉLISATION DES FRACTURES DE LA HANCHE EN FONCTION DE VARIABLES MÉTÉOROLOGIQUES À L'AIDE DU MODÈLE GAM DANS DEUX RÉGIONS MÉTROPOLITAINES DU QUÉBEC, CANADA

Rapport de recherche No R-1199

2010

## MODÉLISATION DES FRACTURES DE LA HANCHE EN FONCTION DE VARIABLES MÉTÉOROLOGIQUES À L'AIDE DU MODÈLE GAM DANS DEUX RÉGIONS MÉTROPOLITAINES DU QUÉBEC, CANADA

## Dans le cadre du projet

#### CLIMAT ET FRACTURES DE LA HANCHE

Un projet de recherche en géomatique et santé des populations

#### Financé par l'Institut national de la santé publique du Québec

Cette étude a été financée par le Fonds vert dans le cadre de l'Action 21 du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques (PACC) du gouvernement du Québec (volet santé) et du programme de recherche en santé du Consortium Ouranos.

#### Par

Barbara Martel<sup>1</sup>, Taha BMJ Ouarda<sup>1</sup>, Alain Vanasse<sup>2</sup>, Fateh Chebana<sup>1</sup>, Maria Gabriela Orzanco<sup>2</sup>,

Christian Charron<sup>1</sup>, Josiane Courteau<sup>2</sup>, Shabnam Asghari<sup>2</sup> et Pierre Gosselin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chaire du Canada en Estimation des Variables Hydrométéorologiques, Institut National de la recherche scientifique, INRS-ETE, 490, rue de la Couronne (Québec), Canada G1K 9A9

<sup>2</sup>Groupe de recherche Primus, Faculté de Médecine et des Sciences de la Santé, Université de Sherbrooke, 3001 12<sup>e</sup> avenue nord, Sherbrooke (QC) J1H 5N4 Canada

<sup>3</sup>Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut National de la Santé Publique du Québec (INSPQ), 945, avenue Wolfe, Québec (QC) G1V 5B3 Canada

Rapport de Recherche N° R-1199

Novembre 2010

# Référence: Martel, B., Ouarda, T.B.M.J., Vanasse, A., Chebana, F., Orzanco, M.G., Charron, C., Courteau, J., Asghari, S., Gosselin, P. (2010) Modélisation des fractures de la hanche en fonction de variables météorologiques à l'aide du modèle GAM dans deux régions métropolitaines du Québec, Canada, (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; R-1199) Québec: INRS Eau Terre Environnement, 254 pages.

© INRS-ETE 2010

## TABLE DES MATIÈRES

TABLE I	DES MATIÈRES	I
RÉSUMÉ	£	III
LISTE D	ES FIGURES	V
LISTE D	ES TABLEAUX	XXIII
1. INT	TRODUCTION	1
	NNÉES	
<b>2. D</b> 0	111223	······································
2.1	Sites d'étude	3
2.2	FRACTURES DE LA HANCHE	4
2.3	Données météorologiques	5
2.4	Saisons	10
2.5	Défavorisation	
2.6	Sexe et âge	
3. MÉ	ETHODOLOGIE	15
3.1	Modèle GAM	15
3.2	ADAPTATION À LA PRÉSENTE ÉTUDE	
4. <b>R</b> É	SULTATS ET DISCUSSION	21
4.1	SITE DE MONTRÉAL	21
4.1.	1 Femmes, 40-74 ans	22
4.1		
4.1		
4.1.	4 Hommes, 75 ans et plus	26
4.1	5 Observations générales et interprétations pour Montréal	27
4.2	SITE DE QUÉBEC	29
4.2.	1 Femmes, 40-74 ans	29
4.2	2 Hommes, 40-74 ans	31

4.2.3	Femmes, 75 ans et plus	32
4.2.4	Hommes, 75 ans et plus	33
4.2.5	Observations générales pour Québec	34
4.3	COMPARAISON DES SITES	35
5. Cond	CLUSIONS ET PERSPECTIVES	37
6. Réfé	RENCES	39
ANNEXE A	: Analyse de saisonnalité	45
A.1 SAIS	SONNALITÉ DES FRACTURES DE LA HANCHE	45
A.2 SAIS	SONNALITÉ DES VARIABLES MÉTÉOROLOGIQUES	49
Annexe 1	3 : TABLEAUX DES VARIABLES MÉTÉOROLOGIQUES SIGNIFICATIVES D	U MODÈLE
GAM APP	LIQUÉ AUX FRACTURES DE LA HANCHE	53
Annexe (	C : GRAPHIQUES DES FONCTIONS DE LISSAGE DES VARIABLES MÉTÉORO	OLOGIQUES
SIGNIFICA	TIVES DES MODÈLES GAM APPLIQUÉS AUX FRACTURES DE LA HANCHE	63
C.1 Fem	imes de 40-74 ans au site Montréal	64
C.2 Ho	mes de 40-74 ans au site Montréal	85
C.3 Fem	IMES DE 75 ANS ET PLUS AU SITE MONTRÉAL	106
C.4 Hor	mmes de 75 ans et plus au site Montréal	127
C.5 FEM	imes de 40-74 ans au site Québec	148
C.6 Hor	MMES DE 40-74 ANS AU SITE QUÉBEC	169
C.7 FEM	IMES DE 75 ANS ET PLUS AU SITE QUÉBEC	190
C 8 Hov	MMES DE 75 ANS ET PLUS AU SITE OUÉBEC	211

## **RÉSUMÉ**

La présente étude s'est intéressée à la relation entre différentes variables météorologiques et les fractures de la hanche (FH) dans les régions de Québec et de Montréal entre 1993 et 2004. Cette étude s'est effectuée à l'aide du modèle GAM (« Generalized additive model »), qui permet d'établir une relation non linéaire entre les variables. La modélisation a permis de déterminer que les variables météorologiques n'expliquent qu'une faible partie des FH (au mieux 6%).

Pour la région de Montréal, les modèles pour l'année et l'été sont généralement non significatifs en termes de déviance expliquée (moins de 2 %), mais cette dernière est plus élevée l'hiver, principalement pour les jeunes (40-74 ans), atteignant près de 6%. On observe une influence plus importante de la météo chez les personnes favorisées et les jeunes femmes défavorisées. Le verglas est la variable la plus souvent sélectionnée dans les modèles. Il est significatif dans presque tous les modèles, avec généralement un lag de 3 jours et une relation en forme de U inversé. Une variable indicatrice du jour ajoutée au modèle permet d'expliquer une grande partie de la variation saisonnière : le nombre de FH est plus élevé au milieu de l'hiver.

Pour la région de Québec, les variables météorologiques expliquent en majorité moins de 1.5% de la variation des FH. La région de Québec étant plus étendue que celle de Montréal, la météo n'est peut-être pas assez homogène pour permettre une modélisation.

En conclusion, les résultats obtenus permettent d'établir des relations générales. Les FH sont plus influencées par la météo l'hiver, en particulier par le verglas. Les FH des personnes âgées (75+ ans) sont moins reliées à la météo que celles des jeunes (40-74 ans). La région de Québec est mal adaptée à une modélisation des FH en fonction de la météo. Finalement, les

relations	diffèrent	selon le	sexe, le	e groupe	d'âge	et le niv	veau de	défavorisa	ation. Les	résultats
semblent	aussi ind	liquer une	différer	nce selon	les rég	ions.				

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 2.1 : POSITION DES DEUX SITES D'ÉTUDE MONTRÉAL ET QUÉBEC
Figure 2.2 : Position des stations météorologiques pour le site Montréal
Figure 2.3 : Position des stations météorologiques pour le site Québec
FIGURE 2.4 : A) POSITION DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES UTILISÉES POUR LE KRIGEAGE ET B) DIVISION DES MUNICIPALITÉS DU SITE QUÉBEC
FIGURE 2.5 : ÉVOLUTION DES FRACTURES DE LA HANCHE (FH) SELON L'ÂGE ET LE SEXE ENTRE 1993 ET 2004 POUR LA PROVINCE DE QUÉBEC.
Figure 3.1 : Exemples d'illustration de fonctions de lissage ( $f$ ) selon la valeur du paramètre de lissage ( $\lambda$ ) (Wood 2006c)
FIGURE A. 1 : NOMBRES RELATIFS DE FRACTURES JOURNALIÈRES
FIGURE A. 2: MOYENNES MENSUELLES RELATIVES DES FRACTURES
FIGURE A. 3: MAXIMUMS ANNUELS RELATIFS DES FRACTURES
FIGURE A. 4: DIRECTION MOYENNE DES MAXIMA ANNUELS DE FRACTURES
FIGURE A. 5 : Fréquences relatives mensuelles des maxima annuels de fractures47
FIGURE A. 6 : CUMULS DU NOMBRE MOYEN DE DÉPASSEMENT (MÉTHODE POT) DU NOMBRE DE FRACTURES MENSUELLES POUR DIFFÉRENTS SEUILS (SITE MONTRÉAL)
Figure A. 7 : Cumul du nombre moyen de dépassements (Méthode POT) pour les variables météorologiques de précipitations pour différents seuils (Site Montréal)
Figure A. 8 : Degrés-jours cumulatifs – Courbes annuelles et courbe moyenne (Site Montréal)

FIGURE C. 1. 1: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL 6	4
FIGURE C. 1. 2 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES FAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL	5
FIGURE C. 1. 3: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
modèle pour l'année des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du sit	Έ
Montréal6	6
FIGURE C. 1. 4: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES FAVORISÉES SOCIALEMENT DE 40-74 ANS DU SIT	Έ
Montréal6	7
FIGURE C. 1. 5 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
modèle pour l'année des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans d	U
SITE MONTRÉAL6	8
FIGURE C. 1. 6: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
modèle pour l'année des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du sit	Έ
Montréal6	9
FIGURE C. 1. 7: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL7	0
FIGURE C. 1. 8: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL7	1
FIGURE C. 1. 9: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES FAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL7	2
FIGURE C. 1. 10: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D	U
modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du sit	Έ
Montré a i	3

FIGURE C. 1. 11: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'hiver des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du siti
Montréal. 74
FIGURE C. 1. 12: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'hiver des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans du siti
Montréal75
Figure C. 1. 13: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du siti
Montréal. 70
Figure C. 1. 14: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL
Figure C. 1. 15: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL
Figure C. 1. 16: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du siti
Montréal. 80
Figure C. 1. 17: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site
Montréal8
Figure C. 1. 18: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans du siti
Montréal. 82
Figure C. 1. 19: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du siti
Montréal.
Figure C. 1. 20: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL

FIGURE C. 2. 1: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL 8.
FIGURE C. 2. 2: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES FAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 2. 3: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
modèle pour l'année des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du sit
Montréal8
FIGURE C. 2. 4: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
modèle pour l'année des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du sit
Montréal8
FIGURE C. 2. 5 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS DU SIT
Montréal8
FIGURE C. 2. 6: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES FAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS DU SIT
Montréal.
FIGURE C. 2. 7: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL9
FIGURE C. 2. 8: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL92
FIGURE C. 2. 9 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES FAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL9
FIGURE C. 2. 10: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
modèle pour l'hiver des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du sit
Montréal9

FIGURE C. 2. 11: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'hiver des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du siti
Montréal. 9:
FIGURE C 2 12 - CONCEIONG DE LIGRACES BOUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DI
FIGURE C. 2. 12: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'hiver des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du siti
Montréal90
Figure C. 2. 13: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du sit
Montréal. 9'
FIGURE C. 2. 14 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL
MODELE POUR L'HIVER DES HOMMES DE 40-74 ANS DU SITE MONTREAL
FIGURE C. 2. 15: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL99
FIGURE C. 2. 16: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES FAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 2. 17: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du siti
Montréal10
FIGURE C. 2. 18: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site
Montréal. 102
FIGURE C. 2. 19: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DÉFAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS DU SITI
Montréal103
FIGURE C. 2. 20: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'été des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du siti
Montréal. 104

FIGURE C. 2. 21: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DE 40-74 ANS DU SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 1 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAI
FIGURE C. 3. 2: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES FAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAI10'
FIGURE C. 3. 3 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DÉFAVORISÉES SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DE SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 4: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES FAVORISÉES SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SIT  MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 5 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DÉFAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLU DU SITE MONTRÉAL.
FIGURE C. 3. 6 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES FAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DE SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 7 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 8 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAI
11.

FIGURE C. 3. 9: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES FAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL. 114
FIGURE C. 3. 10: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du
SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 11: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'hiver des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du siti
Montréal. 116
Figure C. 3. 12: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DÉFAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU
SITE MONTRÉAL
Figure C. 3. 13: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du
SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 14: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 3. 15: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL. 120
Figure C. 3. 16: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES FAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL 121
Figure C. 3. 17: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du siti
Montréal. 122
Figure C. 3. 18: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du siti
Montréal. 123

FIGURE C. 3. 19: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DÉFAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU
SITE MONTRÉAL124
SIL MONTREAL
FIGURE C. 3. 20: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES FAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SITE
Montréal125
MONTREAL.
FIGURE C. 3. 21: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL
France C. A. 1. Followers and response point street and property and p
FIGURE C. 4. 1: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'année des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Montréal
127
FIGURE C. 4. 2 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES FAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL. 128
FIGURE C. 4. 3: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU
SITE MONTRÉAL
SHE MONIREAL129
FIGURE C. 4. 4: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES FAVORISÉS SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SITE
Montréal
MONTREAL
FIGURE C. 4. 5: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU
SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 4. 6: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'année des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du
SITE MONTRÉAL132

FIGURE C. 4. 7: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL
Figure C. 4. 8: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Montréal
FIGURE C. 4. 9: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES FAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL 133
Figure C. 4. 10: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DÉFAVORISÉS SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SIT
Montréal. 136
FIGURE C. 4. 11: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DE
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES FAVORISÉS SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SIT
Montréal. 13'
Figure C. 4. 12: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DÉFAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU
SITE MONTRÉAL
Figure C. 4. 13: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du
SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 4. 14: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL140
FIGURE C. 4. 15: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL. 14
FIGURE C. 4. 16: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES FAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL 14°

Figure C. 4. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal
Figure C. 4. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal.
Figure C. 4. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du site Montréal
FIGURE C. 4. 20 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES FAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL
FIGURE C. 4. 21 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE MONTRÉAL147
Figure C. 5. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées de 40-74 ans du site Québec 148
Figure C. 5. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées de 40-74 ans du site Québec149
Figure C. 5. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site Québec
Figure C. 5. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site Québec

FIGURE C. 5. 5: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	s DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DÉFAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS SITE QUÉBEC	
SILL GOLDLE	.102
FIGURE C. 5. 6: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	S DU
modèle pour l'année des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du	SITE
Québec	.153
FIGURE C. 5. 7: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	s DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC	.154
FIGURE C. 5. 8: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	s DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC	.155
FIGURE C. 5. 9: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	s DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES FAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC	.156
Figure C. 5. 10: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives	s du
modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du	SITE
Québec.	.157
FIGURE C. 5. 11: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	S DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES FAVORISÉES SOCIALEMENT DE 40-74 ANS DU	SITE
Québec.	
FIGURE C. 5. 12 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	S DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES FAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS DU	SITE
Québec.	
QOLDEC.	.100
FIGURE C. 5. 13: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	S DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC	.161
FIGURE C. 5. 14: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES	S DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE OUÉBEC	.162

FIGURE C. 5. 15: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES FAVORISÉES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC163
Figure C. 5. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site
Québec
Figure C. 5. 17: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES FAVORISÉES SOCIALEMENT DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
Figure C. 5. 18: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DÉFAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
Figure C. 5. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du site Québec
FIGURE C. 5. 20 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
FIGURE C. 6. 1 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
FIGURE C. 6. 2 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES FAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC170
FIGURE C. 6. 3 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS SOCIALEMENT DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC

FIGURE C. 6. 4: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'année des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site
Québec
FIGURE C. 6. 5 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS DU SITE
Québec
FIGURE C. 6. 6: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES FAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 40-74 ANS DU SITE
Québec
Figure C. 6. 7: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
Figure C. 6. 8: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC 176
Figure C. 6. 9: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES FAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC177
Figure C. 6. 10: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du site
Québec. 178
Figure C. 6. 11: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site
Québec
Figure C. 6. 12: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du site
Québec
Figure C. 6. 13: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du site
Québec

FIGURE C. 6. 14: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
FIGURE C. 6. 15 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES FAVORISÉS DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
Figure C. 6. 16: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du siti
Québec. 185
Figure C. 6. 17: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site Québec
186
Figure C. 6. 18: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du siti
Québec. 187
Figure C. 6. 19: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du siti
Québec
Figure C. 6. 20: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DE 40-74 ANS DU SITE QUÉBEC
Figure C. 7. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES FAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC 191
FIGURE C. 7. 2: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'année des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du
SITE QUÉBEC. 192

FIGURE C. 7. 3: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D'
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES FAVORISÉES SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SIT QUÉBEC
FIGURE C. 7. 4: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DÉFAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLU
DU SITE QUÉBEC
FIGURE C. 7. 5: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
modèle pour l'année des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus d
SITE QUÉBEC. 19
FIGURE C. 7. 6: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES FEMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC
FIGURE C. 7. 7: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES FAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC19
FIGURE C. 7. 8: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus d
SITE QUÉBEC. 19
FIGURE C. 7. 9: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
modèle pour l'hiver des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du sit
Québec
FIGURE C. 7. 10: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DÉFAVORISÉES MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS D
SITE QUÉBEC. 20
FIGURE C. 7. 11: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
modèle pour l'hiver des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus d
SITE QUÉBEC. 20
FIGURE C. 7. 12: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES D
MODÈLE POUR L'HIVER DES FEMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC20

FIGURE C. 7. 13: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DÉFAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC 204
Figure C. 7. 14: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES FAVORISÉES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC205
FIGURE C. 7. 15: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DÉFAVORISÉES SOCIALEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU SITE
Québec
FIGURE C. 7. 16: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'été des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du site
Québec. 207
Figure C. 7. 17: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes défavorisées matériellement de 75 ans et plus du
SITE QUÉBEC. 208
Figure C. 7. 18: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du site
Québec. 209
Figure C. 7. 19: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES FEMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC210
Figure C. 8. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC 211
FIGURE C. 8. 2 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'année des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du
SITE QUÉBEC214

FIGURE C. 8. 3 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'année des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site
Québec
Figure C. 8. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DÉFAVORISÉS MATÉRIELLEMENT DE 75 ANS ET PLUS DU
SITE QUÉBEC. 216
Figure C. 8. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'année des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du
SITE QUÉBEC. 217
Figure C. 8. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ANNÉE DES HOMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC
Figure C. 8. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC219
Figure C. 8. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES FAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC220
Figure C. 8. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site
Québec. 221
Figure C. 8. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site
Québec. 222
Figure C. 8. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du
SITE QUÉBEC. 223
Figure C. 8. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du
SITE QUÉBEC224

Figure C. 8. 13: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'HIVER DES HOMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC
FIGURE C. 8. 14 : FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DÉFAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC 226
Figure C. 8. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES FAVORISÉS DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC227
FIGURE C. 8. 16: FONCTIONS DE LISSAGES POUR CHACUNE DES VARIABLES SIGNIFICATIVES DU
modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site
Québec
Figure C. 8. 17: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site
Québec
Figure C. 8. 18: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du
SITE QUÉBEC230
Figure C. 8. 19: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
modèle pour l'été des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du site
Québec
Figure C. 8. 20: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du
MODÈLE POUR L'ÉTÉ DES HOMMES DE 75 ANS ET PLUS DU SITE QUÉBEC 232

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Liste des variables météorologiques et indicatrices quotidiennes utilisées pour la présente étude6
ΓABLEAU 2.2 : CLASSIFICATION DES QUINTILES DE DÉFAVORISATION MATÉRIELLE (QM) ET SOCIALE (QS) SELON DEUX CATÉGORIES : FAVORISÉS ET DÉFAVORISÉS11
ΓABLEAU 3.1: LISTE DE TOUS LES STRATES DE LA POPULATION ÉTUDIÉES
Γableau B. 1 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les femmes de 40-74 ans au site Montréal54
ΓABLEAU B. 2 : TABLEAU RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DES MODÈLES POUR LES HOMMES DE 40-74 ANS  AU SITE MONTRÉAL
ΓABLEAU B. 3 : TABLEAU RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DES MODÈLES POUR LES FEMMES DE 75 ANS ET PLUS AU SITE MONTRÉAL56
ΓABLEAU B. 4 : TABLEAU RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DES MODÈLES POUR LES HOMMES DE 75 ANS ET PLUS AU SITE MONTRÉAL57
ΓABLEAU B. 5 : TABLEAU RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DES MODÈLES POUR LES FEMMES DE 40-74 ANS  AU SITE QUÉBEC58
Γableau B. 6 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les hommes de 40-74 ans au site Québec59
Γableau B. 7 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les femmes de 75 ans et plus au site Québec60
Γableau B. 8 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les hommes de 75 ans et plus au site Québec61

#### 1. INTRODUCTION

Les blessures dues aux chutes, chez les personnes âgées, sont un problème qui inquiète de plus en plus la population mondiale (Heinrich et al. 2010). En effet, le vieillissement de la population tend à augmenter le poids économique des systèmes de santé. Parmi les blessures possibles, les fractures de la hanche représentent le coût le plus élevé, en raison de la morbidité et de la mortalité associées, principalement durant l'année suivant la fracture (Chevalley et al. 2007; Johnell and Kanis 2004; Melton III 2003). Au Canada, l'impact économique des fractures de la hanche a été estimé à 650 millions de dollars en 2001 et devrait s'élever à 2,4 milliards de dollars en 2041 (Wiktorowicz et al. 2001).

Le nombre de fractures diffère d'un pays à l'autre, mais aussi d'une région à l'autre à l'intérieur d'un même pays (Alvarez-Nebreda et al. 2008; Brauer et al. 2009; Hagino et al. 2005; Hinton et al. 1995; Kaastad et al. 1998; Kanis et al. 2002; Orimo et al. 2000; Papadimitropoulos et al. 1997). Les causes de ces différences semblent être variées, allant du contexte socio-économique, passant par le style de vie, la génétique, l'exposition à la vitamine D et les caractéristiques du système de santé.

Plusieurs études se sont également intéressées au lien entre diverses variables météorologiques et l'incidence des fractures de la hanche. Différents modèles ont été utilisés : Lin and Xirasagar (2006) ont utilisé la corrélation avec un modèle ARIMA à Taïwan; une régression de Poisson a été utilisée par Bischoff-Ferrari et al. (2007) aux États-Unis, par Douglas et al. (2000) en Écosse, à Hong Kong et en Nouvelle-Zélande, par Luukinen et al. (1996) en Finlande et par Vanasse et al. (2010) au Québec (Canada). Levy et al. (1998) ont utilisé la méthode d'Edward ainsi qu'une régression de Poisson, à Montréal (Québec, Canada), alors que

Mirchandani et al. (2005) ont appliqué une étude de corrélation à New York (États-Unis). Toutes ces méthodes impliquent une relation linéaire, ou log-linéaire, entre les fractures de la hanche et les variables météorologiques. Seulement deux méthodes non linéaires ont été utilisées: la méthode Jones, qui combine une composante linéaire et une composante cyclique (Jacobsen et al. 1999) et un modèle ARIMA saisonnier à tendance temporelle (Modarres et al. 2010). Ces études sortent du cadre strictement linéaire, mais la partie non linéaire de ces modèles est destinée à modéliser la tendance et la saisonnalité, non la relation entre les fractures et les variables météorologiques.

Dans la présente étude, la relation entre les fractures de la hanche et la météo, dans la province de Québec, a été étudiée de façon plus flexible à l'aide du modèle GAM («Generalized Additive Model»), qui utilise des fonctions lissées. Ces fonctions non paramétriques permettent d'établir des relations non linéaires très flexibles entre les variables explicatives et les fractures de la hanche. Ainsi, il est possible de déterminer l'impact réel des variables explicatives sur la variation des fractures. Cette connaissance est très importante pour les services de santé. En effet, en connaissant la relation entre les variables météorologiques et les fractures de la hanche, il est possible de déterminer les mesures nécessaires selon les prévisions météorologiques à court terme. De plus, il est possible d'estimer les besoins qui seront engendrés par les changements climatiques à l'aide de simulations des variables météorologiques. Le chapitre 2 présente les données utilisées et la méthodologie se trouve au chapitre 3. Les résultats sont présentés et discutés au chapitre 4, suivis d'une conclusion.

## 2. DONNÉES

Deux sites ont été étudiés, soit les régions métropolitaines de Québec et de Montréal. De même, deux types de données ont été utilisés : des données sanitaires sur les fractures de la hanche et des données météorologiques. Ce chapitre présente les sites d'étude, les données sanitaires, les données météorologiques, les séparations saisonnières, la défavorisation et les strates âge-sexe étudiées.

## 2.1 Sites d'étude

L'objectif de cette étude est d'établir des liens entre les facteurs météorologiques et les fractures de la hanche. Il d'agit de phénomènes locaux qui nécessitent des données météorologiques à une échelle spatiale fine et des données sur les fractures suffisamment nombreuses pour pouvoir procéder aux analyses statistiques. Deux sites correspondant à ces critères ont été étudiés (Figure 2.1) :

- Site Montréal : comprend les régions socio-sanitaires de Montréal (RSS 6) et de Laval (RSS 13).
- Site Québec : comprend les CLSC 03021 Laurentien, 03022 Ste-Foy Sillery, 03023
   Québec Haute Ville, 03024 Québec Basse Ville, 03025 Limoilou Vanier, 03026
   Duberger Les Saules Lebourgneuf, 03031 Loretteville Val-Bélair, 03032 Beauport,
   03033 Orléans, 03034 Charlesbourg, 12021 Desjardins et 12022 Chaudière.

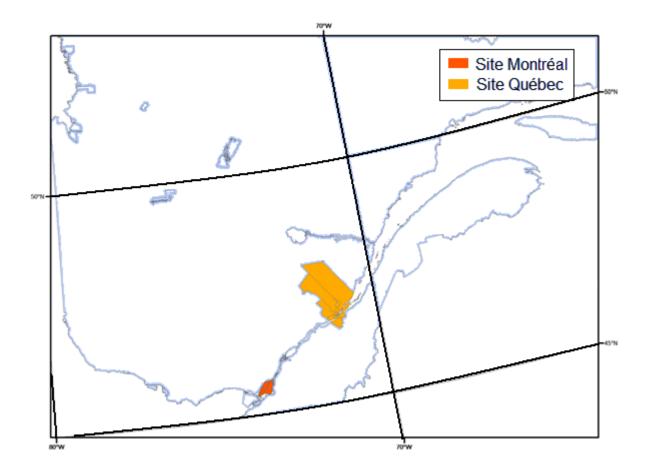


Figure 2.1 : Position des deux sites d'étude Montréal et Québec.

## 2.2 Fractures de la hanche

Les données sur les fractures de la hanche proviennent du registre Med-Écho et ont été fournies par les collaborateurs du groupe PRIMUS. Chaque population à l'étude est composée de 12 cohortes, une par année entre 1993 et 2004. Chacune des 12 cohortes est définie selon les critères suivants :

#### Critères d'inclusion:

- 1) Personne de 40 ans et plus, résidant au site d'étude;
- 2) Hospitalisée au Québec entre le 1 janvier et le 31 décembre de l'année (date index);
- 3) Diagnostic principal: fracture de la hanche, code CIM-9: 820.X.

#### Critères d'exclusion:

- Avoir eu une hospitalisation par fracture de la hanche l'année précédente (les 365 jours précédant la date index), pour que l'hospitalisation ne soit pas due à une fracture antérieure;
- 2) Avoir un diagnostique de traumatisme (codes E800 à E999) autre que « chute accidentelle » (codes E880 à E888) ou « accidents provoqués par des agents physiques naturels ou des facteurs du milieu » (codes E900 à E909), cela exclu entre 4 et 5 % des fractures de la hanche.

Un patient qui a eu deux hospitalisations pour fracture de la hanche avec un intervalle de plus de 365 jours va être comptabilisé 2 fois, car les deux fractures sont considérées comme deux événements distincts.

## 2.3 Données météorologiques

Les données météorologiques proviennent du portail de téléchargement DAI (2010). Les variables brutes disponibles sont : les températures maximale (code 001), minimale (code 002) et moyenne (code 003), la hauteur de pluie tombée (code 010), la hauteur de neige tombée (code 011), les précipitations totales (code 012), la hauteur de neige au sol (code 013), la vitesse de la rafale maximale (code 024), par jour; la pression atmosphérique (code 077), la pluie verglaçante (codes 089) et la bruine verglaçante (codes 090), par heure. Le Tableau 2.1 présente la liste des variables quotidiennes choisies et obtenues à partir de ces variables brutes, ainsi que leurs descriptions et leurs unités de mesure. Tel qu'indiqué par Chavez-Demoulin et Davison (2005), une variable indicatrice du jour de l'année ou du jour de la saison a été ajoutée pour tenir compte de la saisonnalité et de la tendance. Cette variable apparaît aussi dans le Tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Liste des variables météorologiques et indicatrices quotidiennes utilisées pour la présente étude.

Variable	Description		
Tmax	La température maximale.	°C	
Tmin	La température minimale.	°C	
Tmoy	La température moyenne, définie comme la moyenne des températures maximale et minimale.	°C	
Hpluie	Le total de chute de pluie, ou la quantité de toutes formes liquides de précipitation telle que la pluie, la petite pluie, la pluie verglaçante et la grêle.	mm	
Hneige	Le total de chute de neige, ou la quantité de précipitation gelée (solide) telle que la neige et le grésil.	mm	
Precip	La somme du total de chute de pluie et l'équivalent d'eau du total de chute de neige.	mm	
Neige	La profondeur de neige sur le sol.	cm	
Vent	La vitesse de la rafale maximale.	km/h	
Verglas	La somme des intensités horaires de précipitation et bruine verglaçante.	mm/j	
DJC	La somme des degrés-jours cumulés à partir du 1er août. Calculé à partir de la température moyenne journalière.	degrés-jour	
Pmax	Le maximum de la pression horaire enregistrée.	°C	
Pmin	Le minimum de la pression horaire enregistrée.	°C	
Pmoy	La moyenne des pressions horaires enregistrées.	°C	
JJ-JH-JE	Le jour Julien-Le jour d'hiver-Le jour d'été	-	

La méthodologie utilisée dans la présente étude nécessite une valeur quotidienne unique par site d'étude pour être intégrée dans le modèle GAM. Pour le site Montréal, les variables météorologiques régionales ont été obtenues par la valeur moyenne enregistrée aux stations de mesure appartenant à la région d'étude (Figure 2.2). La superficie de la région étant petite et la population dispersée de façon relativement uniforme, aucun traitement supplémentaire des données n'était nécessaire.

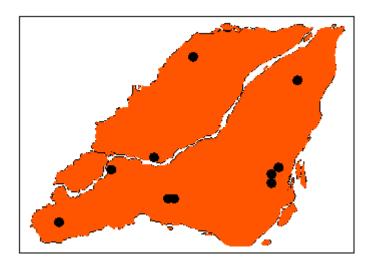


Figure 2.2 : Position des stations météorologiques pour le site Montréal.

Pour le site Québec, la superficie du territoire est plus importante, le climat est plus variable dû à la géographie, et la population est plus dispersée. De plus, la représentativité des stations météorologiques est faible en rapport avec la superficie du territoire (Figure 2.3).

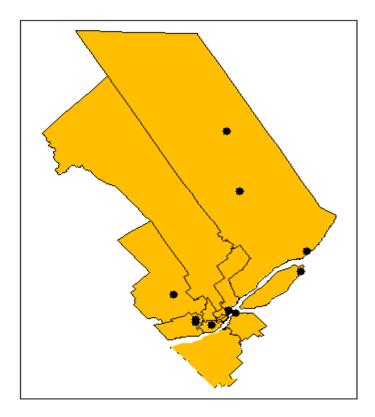


Figure 2.3 : Position des stations météorologiques pour le site Québec

Pour ces raisons, une interpolation spatiale des données météorologiques a été effectuée à l'aide d'un Krigeage ordinaire dans l'espace géographique. Le Krigeage est une technique géostatistique concue pour étudier des variables auto-corrélées et continues dans l'espace (Isaaks and Srivistava 1989). Le Krigeage permet d'estimer la valeur d'une variable en un point où il n'y a pas de mesure à l'aide de mesures disponibles en d'autres points de cette même variable. Il prend en compte la structure spatiale et la distribution de la variable dans une fonction connue sous le nom de variogramme. Cette fonction exprime la covariance entre les points observés en fonction de la distance qui les sépare. Elle décrit l'intensité et le patron de l'auto-corrélation spatiale de la variable. Le Krigeage ordinaire, la technique géostatistique la plus populaire, produit une estimation linéaire non biaisée et optimale des valeurs inconnues. Ainsi, il fournit la meilleure estimation possible en utilisant les informations du voisinage. L'estimation est obtenue en pondérant les valeurs voisines; les valeurs les plus proches reçoivent un poids plus élevé parce qu'elles sont plus susceptibles d'être semblable à la valeur inconnue. L'absence de biais est assurée par la « condition universelle » : la somme des pondérations est égale à 1. Les équations suivantes décrivent la méthode :

$$\begin{cases}
Z * (x_0) = \sum_{i=1}^{n} w_i Z(x_i) \\
\sum_{i=1}^{n} w_i = 1
\end{cases}$$
(2.1)

où Z est la variable continue d'intérêt,  $Z^*(x_0)$  est sa valeur estimée à la position non mesurée  $x_0$ ,  $Z(x_i)$  sont les valeurs connues aux n points de mesure  $x_i$  et  $w_i$  sont les pondérations correspondantes. Cette technique est appliquée entre autre à l'écologie (Rossi et al. 1992), à l'ingénierie (Olea 1999) et à l'hydrologie (Chokmani and Ouarda 2004), en plus de la météorologie (Courault and Monestiez 1999).

Le Krigeage ordinaire a permis d'extrapoler les valeurs de chacune des variables météorologiques (Tableau 2.1) à des points de grilles très fin pour tout le site Québec. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Matlab version 7.4.0 (R2007a) et le package BMELIB version 2.0b. Les stations de mesures utilisées sont présentée en Figure 2.4a. La valeur déterminée comme représentative du site d'étude est obtenue par une moyenne des valeurs extrapolées des variables par sous-région, pondérée par la population de cette sous-région. Afin d'avoir un découpage le plus fin possible, les sous-régions utilisées correspondent aux municipalités (Figure 2.4b). Les populations des municipalités utilisées sont celles du recensement de 1996 (http://geogratis.cgdi.gc.ca/geogratis/fr/option/select.do?id=45C05AE5-E22F-4CAF-AD52-C7A953ECFB0A).

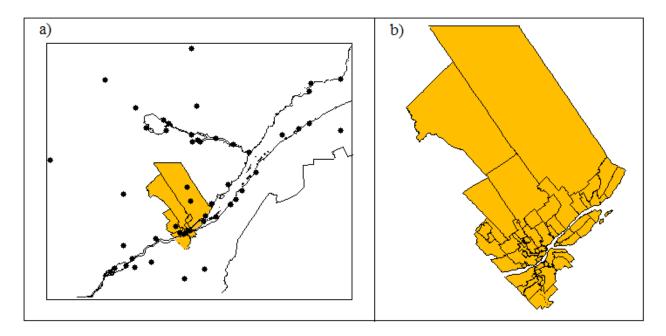


Figure 2.4 : a) Position des stations météorologiques utilisées pour le Krigeage et b) division des municipalités du site Québec.

### 2.4 Saisons

Puisque la province de Québec se caractérise par un climat saisonnier, il est fort probable que le lien entre les variables météorologiques et les fractures de la hanche ne soit pas le même selon les saisons. Plus particulièrement, on s'intéresse à séparer la période de gel. Une étude de la saisonnalité des fractures de la hanche en lien avec la saisonnalité des variables météorologiques a été effectuée sur le site Montréal par l'équipe du présent rapport. Les résultats d'une partie de cette étude peuvent être trouvés en Annexe A, l'autre partie se trouve dans Modarres et al. (2010). L'Annexe A contient une analyse descriptive de la saisonnalité des fractures et des variables météorologiques à l'aide de graphique en représentation polaire, de même que les résultats d'une méthode de dépassement nommée « Peak-Over-Threshold » ou POT (Ouarda 2006). Tous les résultats indiquent deux saisons distinctes, soit une saison hivernale (ou de présence de gel) et une période estivale (ou d'absence de gel). La méthode POT a été décisive dans l'identification des limites des saisons. Bien que cette étude ait été effectuée seulement sur le site de Montréal, ces résultats ont été utilisés pour définir les deux saisons pour les deux sites d'étude : hiver (novembre à mars) et été (avril à octobre).

#### 2.5 Défavorisation

La littérature indique que le niveau socio-économique d'un individu influence son risque de fracture de la hanche (Benetos et al. 2007). Pour en tenir compte, l'indice de défavorisation développé par Pampalon et Raymond (2000b; 2000a), qui est largement utilisé au Québec et au Canada pour des études sur la pauvreté et la santé (MSSSQ 2009; Pampalon et al. 2009), a été utilisé. La défavorisation comprend deux composantes : matérielle et sociale. Alors que la première reflète la privation de biens et de commodités de la vie courante, la seconde renvoie à la

fragilité du réseau social, de la famille et de la communauté. L'indice regroupe six indicateurs choisis pour leur relation connue avec l'état de santé et l'une ou l'autre des deux formes de défavorisation (MSSSO 2009). Au Ouébec, cet indice de défavorisation a été créé à partir des données du recensement de 2001 par aire de diffusion, la plus petite unité spatiale du recensement. Une valeur de cet indice a été associée à chacune des fractures de la hanche de la base de données. La défavorisation est définie en cinq catégories représentant les quintiles de la population de la province de Québec (quintiles de défavorisation). Un regroupement a été effectué pour obtenir deux catégories : la catégorie « favorisés », composée des 3 premiers quintiles de défavorisation, et la catégorie « défavorisés », composée des 2 derniers quintiles. Cette opération s'est effectuée pour les deux types de défavorisation, de même que pour leur combinaison. Le Tableau 2.2 résume les regroupements effectués. Il est à noter que l'indice n'est pas disponible pour certaines personnes, telles que celles résidant sur les réserves indiennes, les zones commerciales ou à faible densité de population. Elles ont été exclues des modèles où l'indice de défavorisation intervient. Ces personnes représentent généralement un faible pourcentage de la population (environ 2%). Pour notre étude, 15% des groupes n'ont pas d'indice, puisque les personnes qui sont dans les hôpitaux ou les centres de soins de longue durée ne sont pas comptées non plus.

Tableau 2.2 : Classification des quintiles de défavorisation matérielle (QM) et sociale (QS) selon deux catégories : favorisés et défavorisés.

0.41 0.42 0.42 0.44 0.45

		QMT	QM2	QM3	QM4	QMS
		Favorisé		Défavorisé		
		Matériellement		Matérie	ellement	
		(FM)		(DM)		
QS1	Favorisés	F	Favorisé	Se		
QS2	Socialement	(F)				
QS3	(FS)		(1)			
QS4	Défavorisé				Défavo	risés(D)

085	Socialement	
QSS	(DS)	

# 2.6 Sexe et âge

La littérature indique qu'il y a de claires différences dans les fractures de la hanche selon le sexe et l'âge (Benetos et al. 2007). Le risque de fracture augmente de façon considérable avec l'âge. Chez les hommes il y a un retard, les taux de fractures chez les hommes plus âgés sont semblables à ceux des femmes plus jeunes. Sur la base de résultats préliminaires sur les fractures de la province de Québec par intervalles d'âge de 10 ans (Figure 2.5), quatre strates âge-sexe on été identifiées pour les analyses : femmes de 40-74 ans, femmes de 75 ans et plus, hommes de 40-74 ans et hommes de 75 ans et plus. Le seuil de 75 ans est fixé en fonction de l'augmentation de fractures à partir de cet âge et pour assurer un nombre de fractures suffisant chez les 40-74 ans pour permettre les analyses.

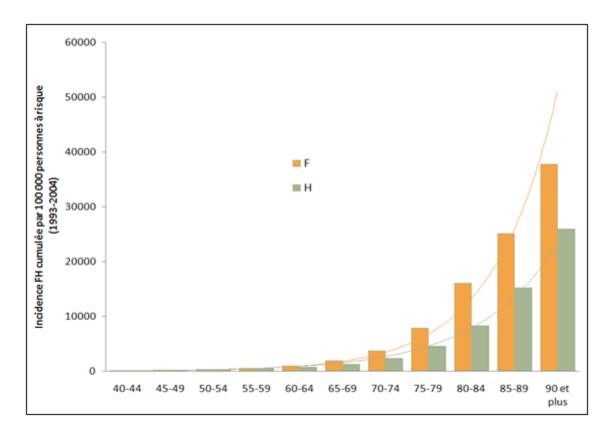


Figure 2.5 : Évolution des fractures de la hanche (FH) selon l'âge et le sexe entre 1993 et 2004 pour la province de Québec.

## 3. MÉTHODOLOGIE

La relation qui unit diverses variables météorologiques aux fractures de la hanche n'est pas nécessairement une relation linéaire ou simple. De plus, l'impact de certaines variables météorologiques n'est probablement pas direct. C'est pourquoi le modèle GAM («Generalized Additive Model») a été considéré dans cette étude. Ce modèle permet une très grande flexibilité au niveau des fonctions qui relient la variable dépendante – le nombre de fractures de la hanche – aux variables indépendantes – les variables météorologiques. Ce modèle ainsi que son adaptation au présent contexte sont brièvement présentés dans ce chapitre.

### 3.1 Modèle GAM

Le modèle GAM (Hastie and Tibshirani 1986) est défini par :

$$g[E(Y | X)] = g(\mu) = \alpha + \sum_{j=1}^{p} f_j(X_j)$$
(3.1)

- où Y est la variable dépendante, ici les fractures de la hanche (FH), dont sa distribution fait partie de la famille exponentielle, ici une loi de Poisson (FH~Poisson), et détermine la fonction de lien g;
  - $X_j$  sont les variables explicatives, ici les variables météorologiques et indicatrices du jour, avec j = 1, ..., p;
  - $f_j$  sont les fonctions de lissage, ici des *splines cubiques*<sup>1</sup>, qui déterminent la forme de la relation des  $X_j$ , avec j = 1, ..., p;
  - $\alpha$  est le terme constant;

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Un *spline cubique* est une courbe construite à partir de sections de polynômes de degré 3 (cubiques), liées de sorte que la courbe soit continue, de même que ses première et seconde dérivées. Les points de jonctions des polynômes sont appelés des nœuds.

g est la fonction de lien, ici le logarithme.

On obtient ainsi:

$$Y = (y_1, \dots, y_n) \sim \text{Poisson}$$
 (3.2)

$$\log[E(Y|X)] = \log(\mu) = \alpha + \sum_{j=1}^{p} f_j(X_j), \quad j = 1, ..., p$$
(3.3)

$$\log(y_i) = \log(\mu_i) = \alpha + \sum_{i=1}^{p} f_j(x_{ij}) + \varepsilon_i, \quad i = 1, ..., n$$
(3.4)

$$\log(\hat{\mu}_i) = \hat{\alpha} + \sum_{j=1}^{p} \hat{f}_j(x_{ij})$$
 (3.5)

où  $\hat{k}$  représente l'estimateur de k.

Ce modèle est intéressant car aucune hypothèse d'indépendance des variables explicatives n'est nécessaire et il permet une grande flexibilité grâce aux fonctions de lissage  $f_j$ , à la fonction de lien g et le fait que la loi de Y est assez générale. En effet, contrairement aux modèles généralement utilisés dans la littérature, la relation n'est pas obligatoirement linéaire, à une transformation près. On peut ainsi identifier précisément l'effet de chacune des variables explicatives  $X_j$ . L'estimation du modèle se fait par une méthode itérative nommée P-IRLS («Penalized Iteratively Reweighted Least Squares») : pour estimer chaque  $f_j$ , on utilise le maximum de vraisemblance pénalisé  $L_p$ , où la pénalité contrôle le lissage de la courbe de  $f_j$  (Wood 2000). Si on pose

$$f(x) = \sum_{k=1}^{q} b_k(x)\beta_k \tag{3.6}$$

où les  $b_k$  sont les bases des splines, alors

$$L_p(\beta) = L(\beta) - 1/2 \sum_j \lambda_j \beta^T S_j \beta$$
(3.7)

Le terme  $\lambda_j$  est définit comme le paramètre de lissage qui est estimé par validation croisée généralisée. Plus la valeur du paramètre de lissage est faible, plus la courbe est sinueuse (Figure 3.1).

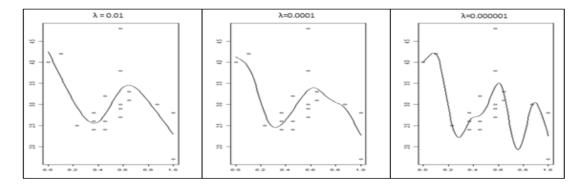


Figure 3.1 : Exemples d'illustration de fonctions de lissage (f) selon la valeur du paramètre de lissage ( $\lambda$ ) (Wood 2006c).

Il existe aussi différents algorithmes généraux pour la sélection des variables explicatives. Il y a les méthodes utilisées généralement pour la régression linéaire, telles que la recherche exhaustive et la recherche pas à pas, incluant la méthode ascendante (forward), la méthode descendante (forward) et la méthode progressive (forward) (Cornillon and Matzner-Løber 2006). Il est aussi possible d'appliquer une méthode directe basée sur la pénalité du forward0 permet d'ajouter une pénalité aux variables lors de l'ajustement du modèle qui leur permet d'être directement éliminées (2006d; Wood 2008). C'est cette technique qui sera utilisée dans la présente étude.

Finalement, pour évaluer l'ajustement du modèle aux observations, on a besoin d'une quantité qui peut être facilement interprétée. Dans le cas linéaire, il s'agit de la somme des carrés résiduels (SCR). Pour un modèle GAM, la déviance expliquée (Dex) peut être interprétée de la même façon que la SCR. Ici, dû à l'équation 3.2, on a (Wood 2006e):

Déviance = 
$$\sum_{i=1}^{n} d_i = \sum_{i=1}^{n} 2y_i \log \left( \frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - 2(y_i - \hat{\mu}_i)$$
 (3.8)

$$Dex = 1 - \frac{Déviance \text{ (model ajusté)}}{Déviance \text{ (model nul)}}$$
(3.9)

La Dex peut ainsi être interprétée comme le pourcentage de la variation de la variable dépendante (les fractures de la hanche) qui est expliquée par le modèle (les fonctions des variables explicatives).

## 3.2 Adaptation à la présente étude

Afin d'effectuer les analyses, le logiciel de statistique R version 2.10.1 a été utilisé, avec le package mgcv 1.6-1 (Wood 2000; 2003; 2004; 2006b; 2006a; 2006e; 2008). Il est à noter que les intervalles de confiances utilisés sont bayésiens, tel que proposé par Wood (Wood 2006a; 2006e). Nous avons tenté d'obtenir des intervalles de confiance par *bootstrap* (Efron and Tibshirani 1998), mais ces derniers se sont avérés extrêmement coûteux en termes de temps de calcul sans amélioration significative.

Un modèle différent a été ajusté pour chaque site d'étude, chaque strate d'âge, de sexe, de saison et de niveau de défavorisation, pour un total de 168 modèles (Tableau 3.1).

Tableau 3.1: Liste de tous les strates de la population étudiées.

tous its strates at in population tradition								
Site	Montréal		Qu	iébec				2
Âge	40-74 75+					2		
Sexe	Homme		Fe	mme	-	•	-	2
Saison	Année		Hiver		Été			3
Défavorisation	Т	D	F	DS	FS	DM	FM	7
Total						_		168

T : Tous (favorisés et défavorisés, de même que ceux qui n'ont pas d'indice)

DS et FS : respectivement défavorisé et favorisé socialement

DM et FM: respectivement défavorisé et favorisé matériellement

Tel que mentionné au début de ce chapitre, l'impact d'une variable météorologique n'est pas nécessairement immédiat. À plus forte raison s'il s'agit d'un événement météorologique de plus d'une journée. Plusieurs études de mortalités ou de morbidités reliées à la météo utilisent un décalage des variables météorologiques (Díaz et al. 2005; Dominici et al. 2002; Levy et al. 1998; Lewis and Lasater 1994). Le choix du nombre de jours de décalage ainsi que l'opération à appliquer (minimum, moyenne, lag, etc.) est différente pour chaque étude et même à l'intérieur d'une même étude (Dominici et al. 2002). De plus, le décalage des variables météorologiques a été très peu étudié avec les fractures de la hanche. Nous avons donc décidé d'établir une procédure de choix automatique. Pour chaque variable météorologique, les décalages de 1, 2 et 3 jours sont calculés en prenant le minimum, le maximum, le cumul et à la valeur même (lag) de la variable sur ces jours. Pour chaque possibilité, incluant celle où il n'y a aucun décalage, la variable est ajustée aux fractures par un modèle GAM. Le modèle ainsi créé présentant la meilleur Dex (% le plus élevé) détermine de façon optimale le décalage et l'opération à appliquer sur la variable. Cette étape est effectuée avant la sélection des variables à inclure dans le modèle final.

D : Défavorisé (socialement ET matériellement)

F : Favorisé (socialement ET matériellement)

## 4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Nous avons étudié la relation entre différentes variables météorologiques et les fractures de la hanche dans les régions de Québec et de Montréal entre 1993 et 2004. Cette étude s'est effectuée à l'aide du modèle GAM, qui permet d'établir une relation non linéaire entre les variables explicatives (météorologiques et indicatrices) et la variable dépendante (le nombre de fractures). L'Annexe B et l'Annexe C présentent les résultats détaillés des différents modèles ajustés aux fractures de la hanche. Les principaux résultats sont présentés et discutés dans le présent chapitre par site d'étude. Pour chacun des deux sites, les strates âge-sexe sont d'abord présentées, suivies d'une interprétation et d'un résumé pour tout le site.

Les notations suivantes seront utilisées pour indiquer le décalage et l'opération appliqués aux variables explicatives (voir Chapitre 3.2) :

- var mN : minimum de la variable « var » sur les N jours précédents;
- var MN: maximum de la variable « var » sur les N jours précédents;
- var LN: lag, valeur de la variable « var », du  $N^e$  jour précédent;
- var cN : cumul de la variable « var » sur les N jours précédents;

#### 4.1 Site de Montréal

Pour chacune des strates âge-sexe présentées ci-dessous, les résultats des modèles sont présentés et discutés selon les trois séparations saisonnières : année, hiver et été. Bien que certains modèles présentent une valeur de Dex (Équation 3.9) très faible, les résultats sont présentés et discutés. Pour les besoin de cette étude, nous avons jugé qu'un modèle avec une Dex

supérieur à 2% est significatif, même si les résultats sont présentés pour les modèles non significatifs.

#### 4.1.1 Femmes, 40-74 ans

Dans les modèles pour l'année, la Dex est entre 0.9% et 2.2 % et supérieure à 2% pour DS, et T seulement (Tableau B. 1). Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives sélectionnées pour chaque modèle de l'année et décrites ci-après sont présentés en Annexe C (Figure C. 1. 1 à Figure C. 1. 7). Les variables Tmin et Hpluie sont significatives dans tous les modèles pour les défavorisées, avec un décalage de 3 jours. En effet, le risque de fracture de la hanche décroit avec une augmentation du Tmin m3, avec parfois un plateau ou une légère remontée vers 10°C. Il y a une augmentation du risque avec peu de pluie (Hpluie L3), mais il se crée un effet protecteur à partir d'environ 20 mm. La variable Neige apparaît dans le modèle lorsqu'on sépare les favorisées des défavorisées, mais elle n'apparait pas dans l'ensemble (le modèle de T). Elle apparaît généralement sans décalage, sauf pour D (Neige m3) et DS (Neige m2). De plus, son effet diffère selon les strates. Elle présente une relation en U inversé pour les défavorisées, avec un plateau juste après 0, plus prononcé en fonction du nombre de jours de décalage. Pour les favorisées, par contre, la relation est linéaire. La variable Pmin est significative pour 5 des 7 modèles (Pmin L1 ou Pmin M2), avec une relation généralement en forme de U. La variable indicatrice de jour apparaît dans les deux modèles significatifs

Dans les modèles pour l'hiver, la Dex est entre 2.0% et 4.5% (Tableau B. 1). Les graphiques des fonctions des variables explicatives sélectionnées pour l'hiver sont présentés en Annexe C (Figure C. 1. 8 à Figure C. 1. 14). Seule la variable indicatrice du jour, JH, apparaît dans tous les modèles; le risque est plus élevé au milieu de l'hiver. La variable DJC est significative pour les défavorisées et T (L1 pour D et DM et L3 pour DS et T). Le risque diminue

à mesure que DJC augmente. La pression est souvent significative, généralement Pmin\_L1, présentant une relation en forme de U. Les différentes variables de précipitations apparaissent souvent dans les modèles. Hneige, avec un décalage de 2 jours, mais différentes opérations selon la strate, présente un risque croissant presque linéaire pour les favorisées et une relation en forme de U inversé pour les défavorisées, alors que Precip\_m2 ou Precip\_m3 présente une relation en forme de J, pour les favorisées. La variable Verglas n'est pas significative si on sépare les favorisées et défavorisées selon le social ou le matériel (DS, FS, DM, FM), mais elle présente une relation en U inversé pour D, F et T, sans décalage.

Dans les modèles pour l'été, la Dex est toujours inférieure à 1% (Tableau B. 1), donc le lien entre les fractures et la météo l'été est très faible. Les graphiques des fonctions de lissage sont présentés en Annexe C (Figure C. 1. 15 à Figure C. 1. 20). Hpluie\_M3 est la seule variable qui revient dans plus d'un modèle, pour les défavorisées. La relation est linéaire décroissante pour DS et en forme de U inversé pour DM (dans la première partie, là où il y a le plus de données). On note qu'il n'y a aucune variable significative pour F.

Le meilleur modèle pour cette strate âge-sexe, en termes de Dex, est celui pour FM en hiver (Dex = 4.5%), suivit par T et DS en hiver (Dex = 4.2% et 3.5%, resp.). Les autres modèles de l'hiver ont une Dex supérieure ou égale à 2%. Presque tous les autres modèles (été et année) sont non significatifs (Dex < 2%). Les variables explicatives qui apparaissent dans les modèles significatifs de l'hiver sont JH et une variable de pression, en plus de DJC\_L1 ou DJC\_L3 pour les défavorisées.

#### 4.1.2 Hommes, 40-74 ans

La Dex est plus élevée pour l'hiver que pour l'année, soit entre 1.5% et 4.3% pour l'année versus entre 4.2% et 5.9% pour l'hiver (Tableau B. 2). Seul le modèle de D pour l'année a une

Dex inférieure à 2%. Pour les modèles de l'année et de l'hiver, la Dex est plus élevée pour les favorisés que les défavorisés, matériellement et/ou socialement. Les graphiques des fonctions des variables explicatives sélectionnées pour chaque modèle de l'année et de l'hiver et décrites ciaprès sont présentés en Annexe C (Figure C. 2. 1 à Figure C. 2. 14). La température est importante, i.e. les variables Tmin ou Tmoy sont significatives dans tous les modèles sauf FM, avec une relation en forme de N. Le décalage est de 2 ou 3 jours et l'opération est le minimum, sauf pour DM où il n'y a pas de décalage. La variable Verglas (majoritairement M3) est significative pour tous les modèles, avec une augmentation linéaire du risque de fracture, sauf pour DM, dont la relation est en forme de U inversé. Les variables indicatrices du jour, JJ et JH, sont significatives pour les favorisés, indiquant un risque plus important au milieu de l'hiver. La variable Vent apparaît dans les modèles des favorisés, où on observe une augmentation du risque lorsqu'elle dépasse 40km/h, mais le décalage et l'opération varient d'un modèle à l'autre. La pression est significative pour les favorisés, en particulier l'hiver (Pmoy\_M3, Pmax\_M3), avec une relation généralement en forme de U.

Dans les modèles pour l'été, la Dex est très faible, variant entre 0.4% et 2.4% (Tableau B. 2). Les modèles pour F, FS et DM dépassent 2% de Dex. Les graphiques des fonctions des variables explicatives des modèles de l'été sont présentés en Annexe C (Figure C. 2. 15 à Figure C. 2. 21). Les variables Vent et DJC sont toujours significatives pour les favorisés. On observe une relation en forme de U pour DJC, avec L1 pour F et FS et c3 pour FM. Pour Vent, c'est une relation en forme de J pour F (m3) et une relation linéaire décroissante pour FM (L1) et FS (M3).

Pour cette strate âge-sexe, trois modèles dépassent 5% de Dex, en hiver : T (Dex = 5.9%), FM (Dex = 5.8%) et F (Dex = 5.6%). Les autres modèles de l'hiver et de l'année ont une Dex supérieur ou égale à 2%, excepté D pour l'année. La variable Verglas (généralement

Verglas\_M3) est importante, elle apparaît dans tous les modèles de l'année et de l'hiver, de même qu'une variable de température. JH et JJ sont sélectionnées pour les modèles de favorisés. Les variables des modèles significatif d'été sont DJC\_L1 et Vent (m3 ou M3) pour les favorisés. Puisqu'il n'y a qu'un seul modèle d'été significatif pour les défavorisés, soit DM, il est impossible d'en tirer une conclusion.

## 4.1.3 Femmes, 75 ans et plus

La Dex est légèrement plus élevée pour l'hiver, bien que faible, soit entre 0.6% et 1.7% pour l'année versus entre 0.7% et 2.2% pour l'hiver (Tableau B. 3). Les modèles FS et T de l'hiver ont une Dex=2.2% supérieure à 2%. Dans les modèles pour l'année et l'hiver, la Dex est plus élevée pour les favorisées que les défavorisées. Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives sélectionnées pour chaque modèle et décrites ci-après sont présentés en Annexe C (Figure C. 3. 1 à Figure C. 3. 14). La température est souvent significative : relation généralement en forme de M, avec la pointe intérieure entre 0°C et 5°C, selon que la variable significative est Tmax, Tmin ou Tmoy, avec aucun décalage, L1 ou M3. La variable Verglas, généralement Verglas\_c3, est toujours significative, sauf pour F, avec relation en forme de U inversé. La variable DJC, m3 pour l'année et variant selon le modèles pour l'hiver, est significative pour les favorisées, avec une relation soit linéaire croissante soit monotone croissante.

Dans les modèles pour l'été, la Dex est entre 0.3% et 2.4% (Tableau B. 3). Seul le modèle de FM dépasse 2%. Les graphiques des fonctions de lissage pour chaque modèle sont présentés en Annexe C (Figure C. 3. 15 à Figure C. 3. 21). La variable DJC est significative pour les favorisées avec relation en forme de U inversé et un décalage de 3 jours (minimum ou lag). La température (Tmax, Tmin ou Tmoy) et les précipitations (Hpluie et Precip), avec un décalage de

0 à 2 jours et diverses opérations, sont significatives pour les D, DS et FM, qui sont les modèles où la Dex est la plus élevée, c'est-à-dire supérieur à 1%.

Le meilleur modèle pour cette strate âge-sexe, en termes de Dex, est celui pour FM en été (Dex = 2.4%), suivit par T et FS en hiver (Dex = 2.2%). Les autres modèles ont une Dex inférieur à 2%. Les variables explicatives de l'année et de l'hiver sont très semblables pour une même strate de défavorisation. Malgré que les modèles soient généralement non significatifs, la variable Verglas\_c3 semble importante, étant sélectionnée dans tous les modèles de l'année et de l'hiver, excepté les modèles pour F. DJC (généralement m3) apparaît aussi dans tous les modèles pour les favorisées.

### 4.1.4 Hommes, 75 ans et plus

La Dex est dans le même intervalle pour l'année et l'hiver, entre 0.8% et 2.5%, mais elle est plus élevée pour les favorisés que les défavorisés d'une même strate, i.e. socialement et/ou matériellement (Tableau B. 4). Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives sélectionnées pour chaque modèle et décrites ci-après sont présentés en Annexe C (Figure C. 4. 1 à Figure C. 4. 14). La variable Verglas (généralement c3) est significative pour tous les modèles sauf F en hiver avec une relation en forme de U inversé. La variable Vent\_L3 est généralement significative pour les favorisés, avec une relation en forme de U inversé pour l'année et linéaire croissante pour l'hiver. La variable Tmax est significative pour les favorisés sur l'année avec une relation en forme de M. La variable indicatrice du jour pour l'année, JJ, explique une partie du modèle pour les défavorisés avec une relation en forme de U évasé. La variable Pmin\_M2 est significative pour les favorisés durant l'hiver avec relation en forme de U.

Les modèles pour l'été ont une Dex entre 0.8% et 2.0% (Tableau B. 4). Les fonctions de lissages des variables explicatives sont présentées en Annexe C (Figure C. 4. 15 à Figure C. 4.

21). Les variables significatives des modèles sont les températures et les précipitations, mais il n'y pas de relations communes entre les strates de défavorisation. La variable Precip, avec un décalage de 2 jours est sélectionnée pour les défavorisés, alors que la variable Hpluie est sélectionnée pour les favorisés.

Le meilleur modèle pour cette strate âge-sexe, en termes de Dex, est celui pour F en hiver (Dex = 2.5%), suivit par FS en hiver (Dex = 2.4%) et F, FS pour l'année et DS pour l'hiver (Dex = 2.2%). Les autres modèles de l'année et de l'hiver ont une Dex inférieur à 2%. La variable Verglas (généralement Verglas\_c3) est importante, elle apparaît dans tous les modèles de l'année et de l'hiver, excepté F en hiver. JJ est sélectionnée pour les modèles de défavorisés pour l'année, mais tous ces modèles sont non significatifs. Pmin\_M2 apparaît pour les favorisés en hiver. Les variables des modèles significatif d'été sont une variable de température et Hpluie pour les favorisés. Puisqu'il n'y a qu'un seul modèle d'été significatif pour les défavorisés, soit D, il est impossible d'en tirer une conclusion.

#### 4.1.5 Observations générales et interprétations pour Montréal

Pour le site de Montréal, les modèles pour l'année et l'été sont généralement non significatifs en termes de déviance expliquée (moins de 2 %, seuil fixé pour la présente étude), mais cette dernière est plus élevée l'hiver, principalement pour les jeunes (40-74 ans), atteignant près de 6%. Ce résultat correspond au pic de fractures de la hanche observé dans la littérature en hiver. En effet, la littérature indique que l'influence des conditions météorologiques est plus importante l'hiver, certaines études ne ciblant que cette période.

Les personnes favorisées (socialement et/ou matériellement) sont plus influencés par la météo, ce qui se traduit par un pourcentage de Dex plus élevé, à l'exception des jeunes femmes. Chez ces dernières, les défavorisées sont plus influencées par la météo. De plus, la météo

explique une plus grande partie de la variation des fractures de la hanche, chez les hommes que chez les femmes et chez les jeunes que chez les âgés.

Les variables sélectionnées pour les modèles significatifs d'hiver sont :

- Verglas, généralement Verglas\_c3 ou Verglas\_M3, pour presque tous les modèles, avec généralement une relation en forme de U inversé, sauf pour les hommes jeunes où la relation est linéaire croissante;
- la variable indicatrice du jour explique une partie de la variation des fractures pour les jeunes femmes et les jeunes hommes favorisés (JH);
- DJC\_L1 ou DJC\_L3 pour les jeunes femmes défavorisées, avec une relation linéaire décroissante et DJC\_m3 chez les femmes âgées favorisées, avec une relation croissante;
- une variable de pression, généralement Pmin\_M2, pour les jeunes femmes et les hommes âgés favorisés, avec une relation en forme de U.

La littérature indique que la présence de glace est un facteur de risque important. Cela se reflète ici par la variable Verglas. Le décalage ainsi que l'opération indiquent aussi un certain comportement attendu. S'il y a peu de précipitations verglaçantes, les gens sortent et tombent, se fracturant ainsi la hanche. Par contre, lorsqu'il y a beaucoup de verglas en plusieurs jours, les gens restent chez eux et ne risque pas ainsi de glisser. La variable indicatrice de jour, quant à elle, semble capturer la tendance saisonnière qu'on observe dans la littérature.

Pour les jeunes (40-74 ans), la Dex est plus élevée durant l'hiver, un peu moins durant l'année et très faible durant l'été. Pour les personnes âgées (75 ans et plus), la Dex est faible pour toutes les states saisons, mais légèrement plus élevée l'hiver. Il n'y a pas de relation évidente entre tous les défavorisés ou les favorisés si on ne sépare pas d'abord les sous-groupes selon le sexe et/ou l'âge. En bref, le très mauvais temps semble avoir un effet protecteur, surtout chez les

plus âgés (75 ans et plus): les variables de précipitations indiquent un effet protecteur à partir d'un certain point. En effet, les personnes âgées ont tendance à ne pas sortir lorsqu'il fait très mauvais, ainsi le risque de fracture diminue. Par contre, la majorité des fractures de la hanche ayant lieu à l'intérieur chez les personnes âgées, tel qu'indiqué par la littérature, cela explique le faible pourcentage de Dex de ces modèles. Les jeunes sont plus affectés par les conditions météorologiques puisque ces derniers doivent sortir malgré le mauvais temps et on généralement plus d'activités extérieures.

## 4.2 Site de Québec

Pour la région de Québec, les variables météorologiques expliquent en majorité moins de 2% de la variation des fractures de la hanche, mais certains modèles présentent des Dex de jusqu'à 6.5%. Des observations et des discussions sont présentées ci-dessous, mais il est important de considérer qu'elles sont présentées à titre indicatifs de l'impact possible des variables météorologiques, tout en considérant qu'ils y a d'autres facteurs influents, tels que le style de vie, la génétique et l'exposition à la vitamine D.

#### 4.2.1 Femmes, 40-74 ans

Les modèles pour l'année sont tous non significatif, avec des Dex est entre 0.5% et 1.8% (Tableau B. 5). Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives sélectionnées pour chaque modèle de l'année et décrites ci-après sont présentés en Annexe C (Figure C. 5. 1 à Figure C. 5. 7). La variable Neige est sélectionnée dans tous les modèles, sauf T, avec une augmentation linéaire du risque. La variable Hpluie apparaît pour les défavorisées avec une augmentation linéaire du risque.

Dans les modèles pour l'hiver, la Dex est entre 1.0% et 3.9% (Tableau B. 5). Seuls les modèles pour D, FM et T dépassent 2%. De plus, il n'y a aucune variable explicative sélectionnée en hiver pour DM. Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives de l'hiver sont présentés en Annexe C (Figure C. 5. 8 à Figure C. 5. 13). La variable Hneige est sélectionnée dans tous les modèles, sauf D. Le décalage et l'opération dépendent de la strate, mais la relation est en forme de J. La variable Vent (L1 ou L2) apparaît pour les défavorisées, mais il n'y a pas de relation commune : en forme de M pour D et linéaire pour DS.

Dans les modèles pour l'été, la Dex est entre 0.8% et 1.9%, à l'exception de deux modèles (Tableau B. 5). Les Dex de 3.3% pour FS et de 6.4% pour F sont tout à fait inattendues. Ces modèles sont meilleurs que ceux de l'hiver. Les graphiques des fonctions de lissage de l'été sont présentés en Annexe C (Figure C. 5. 14 à Figure C. 5. 20). La variable Pmoy avec un décalage de 2 jours (c ou m) est sélectionnée pour les deux modèles significatifs, qui sont pour les favorisées, avec une relation linéaire croissante. La variable Hpluie est aussi sélectionnée pour ces deux modèles, présentant une relation en forme de J dans la partie où il y a la majorité des données.

Le meilleur modèle pour cette strate âge-sexe, en termes de Dex, est celui pour F en été (Dex = 6.4%). Il s'agit même du modèle ayant la Dex la plus élevée de tous les modèles étudiés. Il est par contre difficile de déterminer s'il s'agit d'un hasard, les variables météorologiques pouvant être corrélées avec les fractures de la hanche des jeunes femmes favorisées sans lien physique. Il y a très peu de modèles significatifs pour cette strate âge-sexe, et aucun pour l'année. On ne peut dégager de tendances dans les variables sélectionnée en lien avec les strates de saison ou de défavorisation.

#### 4.2.2 Hommes, 40-74 ans

La Dex des modèles pour les favorisés est plus élevée pour l'année que pour l'hiver (Tableau B. 6). Les valeurs sont entre 2.6% et 3.8% pour l'année versus entre 1.6% et 1.9% pour l'hiver. Par contre, la Dex des modèles pour les défavorisés est plus élevée pour l'hiver que pour l'année. Les valeurs sont entre pour 2.0% et 3.6% l'hiver versus entre 2.0% et 2.8% pour l'année. Tous les modèles de l'année sont significatifs, alors que seuls ceux des défavorisés en hiver le sont. Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives de l'année et de l'hiver, décrites ci-après, sont présentés en Annexe C (Figure C. 6. 1 à Figure C. 6. 14). Il y a beaucoup de diversité au niveau des variables sélectionnées, d'une strate de défavorisation à l'autre. La variable indicatrice du jour, JJ, est significative pour l'année; le risque est plus élevé en hiver et plus faible en été. Pour les modèles de l'hiver et de l'année, la variable Vent\_L2 est généralement sélectionnée pour les défavorisés, avec une augmentation linéaire du risque. De plus, Tmoy\_L2 est significative pour certaines strates de favorisées sur l'année, avec une relation en forme de U.

Dans les modèles pour l'été, la Dex est entre 1.0% et 4.9% (Tableau B. 6). Elle est plus élevée que pour l'année et l'hiver pour DS et FM. Il n'y a pas de variables sélectionnées pour D et seul le modèle pour DM est non significatif. Les graphiques des fonctions de lissage de l'été sont présentés en Annexe C (Figure C. 6. 15 à Figure C. 6. 20). La variable Vent apparaît dans tous les modèles, sauf T, avec une relation en forme de U inversé pour les favorisés et croissante pour les défavorisés. L'opération et le décalage appliqués sur la variable Vent dépendent de la strate du modèle.

Le meilleur modèle pour cette strate âge-sexe, en termes de Dex, est celui pour FM en été (Dex = 4.9%). Bien qu'il y ait plus de modèles significatifs pour cette strate, peu de tendances

s'en dégagent. La variable Vent est sélectionnée en été et Vent\_L2 est sélectionnée pour les défavorisés sur l'année et l'hiver. JJ apparaît dans plusieurs modèles pour l'année, alors que Tmoy\_L2 apparaît pour certaines strates de favorisés sur l'année et l'hiver.

#### 4.2.3 Femmes, 75 ans et plus

La Dex est plus élevée pour l'hiver que pour l'année, soit entre 0.4% et 1.4% pour l'année versus entre 0.5% et 3.5% pour l'hiver (Tableau B. 7). Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives de l'année et de l'hiver, décrites ci-après, sont présentés en Annexe C (Figure C. 7. 1 à Figure C. 7. 12). Notons qu'il n'y a pas de variables significatives pour D pour l'année et l'hiver. La variable Hneige\_m2 est significative pour les favorisées avec une relation en forme de J dans la partie où il y a le plus de données. Par contre, la variable Precip (généralement M3) est significative pour les défavorisées pour l'année, mais pour un seul modèle d'hiver, DS. Elle présente une relation en forme de U, sauf pour DM (le décalage est m3 au lieu de M3) où la relation est inversée. Une variable de pression (Pmax, Pmin ou Pmoy) est significative pour tous les cas sauf FS, pour l'année et l'hiver, avec une relation en forme de U.

Dans les modèles pour l'été, la Dex est entre 0.4% et 1.5% (Tableau B. 7). Les graphiques des fonctions des variables explicatives de l'été sont présentés en Annexe C (Figure C. 7. 13 à Figure C. 7. 19). La variable Vent\_c3 est significative pour les défavorisées avec une relation en forme de U inversé. La pression, Pmoy\_m3 ou Pmax\_m3, est significative pour F, DS, FM et T, avec une augmentation linéaire du risque.

Le meilleur modèle pour cette strate âge-sexe, en termes de Dex, est celui pour FM en hiver (Dex = 4.9%), suivit de T en hiver (Dex = 2.9%) et de DS, en hiver aussi (Dex = 2.5%). Tous les autres modèles sont non significatifs, c'est-à-dire tous les modèles de l'année et de l'été. Les variables explicatives de l'année et de l'hiver sont très semblables pour une même strate de

défavorisation. Les variables explicatives des modèles significatifs, donc d'hiver, sont Hneige\_c3, Vent\_M3 et une variable de pression.

## 4.2.4 Hommes, 75 ans et plus

La Dex est plus élevée pour l'hiver que pour l'année : entre 0.9% et 2.6% pour l'année versus entre 2.4% et 5.3% pour l'hiver (Tableau B. 8). Seuls les modèles pour D et DM sont significatifs pour l'année. De plus, aucune variable n'est sélectionnée pour F, ni en hiver, ni pour l'année. Les graphiques des fonctions de lissage des variables explicatives de l'année et de l'hiver, décrites ci-après, sont présentés en Annexe C (Figure C. 8. 1 à Figure C. 8. 13). La variable Vent est significative, surtout l'hiver, où le risque augmente avec la force du vent, généralement de façon linéaire. Le décalage est pour l'année et L2 ou L3 pour l'hiver. Verglas\_M3 est sélectionnée pour D et DM avec une relation linéaire décroissante (effet protecteur). Une variable de température, en hiver, est sélectionnée pour DS, DM et T, avec une relation en forme de U inversé évasé. Les précipitations, sous toutes les formes (Hpluie, Hneige, Precip, Neige et Verglas), ont une influence sur le risque qui dépend de la saison et de la strate de défavorisation, de même que leurs décalages et opérations. Par exemple, Hneige\_L2 présente une relation croissante pour T et pour D elle présente une forme de U inversé sur l'année et est non significative pour l'hiver.

Dans les modèles pour l'été, la Dex est entre 1.4% et 3.3% (Tableau B. 8). Les modèles pour FS (Dex = 3.3%) et DS (Dex = 3.1%) sont les seuls significatifs. Les graphiques des fonctions de lissage de l'été sont présentés en Annexe C (Figure C. 8. 14 à Figure C. 8. 20). Une variable de température est significative pour tous les modèles sauf D, avec une relation en forme de U. Le décalage et l'opération dépendent de la strate. Aucune autre variable n'est sélectionnée dans plus d'un modèle et aucune relation ne se dégage des modèles significatifs.

Le meilleur modèle pour cette strate âge-sexe, en termes de Dex, est celui pour DM en hiver (Dex = 5.3%), suivit de D en hiver (Dex = 5.1%). Tous les modèles d'hiver sont significatifs, hormis pour F où il n'y a pas de modèle. Les modèles pour D et DM à l'hiver et DS et FS à l'été sont significatifs. Les autres modèles sont non significatifs. Les variables explicatives de l'année et de l'hiver sont très semblables pour une même strate de défavorisation. Vent\_L2 ou Vent\_L3 est sélectionnée en hiver, de même que Verglas\_M3 pour D et DM. Plusieurs variables de précipitation apparaissent dans les modèles d'hiver, mais il n'y a pas de tendance générale.

### 4.2.5 Observations générales pour Québec

Pour le site Québec, la Dex est plus élevée l'hiver que l'année, sauf pour les jeunes hommes favorisés. En fait, presque tous les modèles de l'année sont non significatifs, pour toutes les strates âge-sexe. Par contre, les modèles d'été des jeunes hommes et femmes ont des Dex plus élevées que pour l'année et l'hiver. Ce résultat est surprenant, puisque les conditions de glace identifiées dans la littérature ne sont pas présentes l'été. Le Vent est la variable commune à tous les modèles significatifs de l'été. Une interprétation possible est que le vent, en été, est souvent lié aux orages, qui augmenteraient le risque de fracture chez les jeunes, puisque ces derniers font plus d'activités. Il est aussi possible que les autres causes de fractures soient moins importantes l'été. Des études ont démontré une saisonnalité des fractures de la hanche liée à l'exposition au soleil (vitamine D), indiquant des fractures plus nombreuses l'hiver. Il est possible que la météo ait plus d'impact l'été, mais cela n'explique pas que ce ne soit pas le cas pour les personnes âgées.

Pour ce qui est de l'hiver, seuls les modèles pour les personnes âgées permettent de dégager des conclusions. Les variables significatives sont :

- Vent, dont l'opération et le décalage dépendent de la strate de sexe (M3 pour les femmes et
   L3 ou L2 pour les hommes), avec une relation en forme de U;
- Verglas M3, pour les hommes âgés défavorisés, avec un effet protecteur;
- la pression, dont l'opération et le décalage dépendent de la strate, pour les femmes âgées,
   avec une relation en forme de U;
- Les différents types de précipitations, autres que le verglas, ont une influence sur le risque qui dépend des strates.

Il n'y a pas de relation évidente entre tous les défavorisés ou les favorisés si on ne sépare pas d'abord les sous-groupes selon le sexe et/ou l'âge.

Les résultats obtenus pour le site Québec sont quelque peu déroutant. Ils ne correspondent pas à ce qui était attendu. Par contre, très peu de modèles sont significatifs, alors il est difficile de tirer des conclusions des résultats obtenus. Il se peut que la superficie du territoire et l'hétérogénéité des variables météorologiques soient en cause, malgré les techniques employées pour homogénéiser le climat. De plus, la région de Québec présente une géologie très variée qui peut avoir faussé certains résultats. Une étude plus approfondie serait nécessaire.

# 4.3 Comparaison des sites

Les résultats du site Montréal et du site Québec sont très différents, principalement au niveau des variables sélectionnées et de l'impact des strates âge-sexe. Par contre, on remarque que les modèles sont généralement meilleurs en termes de Dex pour l'hiver que l'année. Pour ce qui est de l'été, les modèles sont généralement non significatifs, sauf pour les jeunes du site Québec. La variable Verglas est très importante à Montréal – elle apparaît dans presque tous les modèles (c3 ou M3) – alors qu'elle n'apparaît que dans deux modèles pour le site Québec, soit D

et DS pour les hommes âgés en hiver. En revanche, les autres types de précipitation sont plus souvent sélectionnés dans les modèles de Québec que de Montréal.

Les résultats du site de Montréal sont plus conformes à ce qui était attendu, au vu de la littérature. Les résultats de Québec, avec des modèles plus performants l'été et l'importance de la variable Vent, sont encore à confirmer, de même que les diverses interprétations proposées.

### 5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

En conclusion, les résultats obtenus permettent d'établir des relations générales. Les variables météorologiques n'expliquent qu'une faible partie de la variation des fractures de la hanche. Plusieurs modèles ont des Dex très faibles (< 2%); il y a d'autres facteurs que la météo qui influencent les fractures de la hanche.

On peut conclure, d'une façon générale, que le nombre de fractures de la hanche est plus influencé par la météo l'hiver, puisque la variable qui semble avoir le plus d'influence est Verglas, avec un décalage de trois jours, ce qui était attendu. Par contre, ce résultat n'est valide que pour le site Montréal. Pour le site Québec, peu de modèles sont significatifs et parmi ceux significatifs, plusieurs sont en été. De plus, la variable Vent semble plus importante que le Verglas. La pression semble aussi être un bon indicateur général de la température (beau ou mauvais temps) et elle apparaît souvent dans les modèles, autant pour le site Québec que le site Montréal. Les relations sont aussi plus claires entre les différentes strates pour le site Montréal que pour le site Québec.

Les fractures des personnes âgées (75+ ans) sont moins reliées à la météo, en général, que celles des jeunes (40-74 ans). Il est connu que la plupart des fractures de la hanche chez les personnes âgées ont lieu à l'intérieur, il est donc normale que la météo ait peu d'importance. Par contre, le très mauvais temps semble avoir un effet protecteur plus prononcé chez les plus âgés. En d'autres mots, les jeunes sont plus affectés par la météo, mais les personnes âgées ont plus tendance à éviter le mauvais temps. Il semble que le nombre de fractures ne soit pas assez grand et/ou le site pas assez homogène du point de vue du climat pour permettre d'appliquer un modèle

GAM au site Québec. De plus amples analyses sont nécessaire pour tirer des conclusions claires pour ce site.

Les variables significatives sont différentes, de même que la forme de leurs relations, entre Montréal et Québec, entre les groupes d'âge, entre les sexes et entre les différents types de défavorisation. D'ailleurs, les liens entre les différentes strates âge-sexe-défavorisation sont différents selon le site d'étude. La défavorisation de la population est un élément important dont il faut tenir compte dans de futures analyses.

Finalement, il est aussi possible que le faible nombre de fractures de la hanche pour plusieurs modèles (<500, voir Annexe B) soit la cause des difficultés survenues pour l'ajustement du modèle GAM. Il serait important, dans une étude future, de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse. Il serait aussi intéressant d'étendre cette étude à toutes les grandes villes du Canada et à d'autres fractures de fragilités. Il pourrait aussi être intéressant d'explorer d'autres variables explicatives non reliées à la météo pour tenter d'améliorer les modèles, tel que des indicateurs du relief de la région. D'autres indications sur les patients pourraient être explorées en tant que variables, si les bases de données le permettent. Il serait aussi important d'identifier si la fracture de la hanche a eu lieu à l'intérieur ou à l'extérieur. Finalement, il pourrait être intéressant d'utiliser des fonctions de lissage de plus d'une variable, telle la température et la pluie, pour intégrer l'interaction des variables explicatives.

# 6. RÉFÉRENCES

- M.L. Alvarez-Nebreda, A.B. Jiménez, P. Rodríguez and J.A. Serra. (2008). "Epidemiology of hip fracture in the elderly in Spain." *Bone*, 42(2), 278-285.
- I.S. Benetos, G.C. Babis, A.B. Zoubos, V. Benetou and P.N. Soucacos. (2007). "Factors affecting the risk of hip fractures." *Injury*, 38(7), 735-744.
- H. Bischoff-Ferrari, J. Orav, J. Barrett and J. Baron. (2007). "Effect of seasonality and weather on fracture risk in individuals 65 years and older." *Osteoporosis International*, 18(9), 1225-1233.
- C.A. Brauer, M. Coca-Perraillon, D.M. Cutler and A.B. Rosen. (2009). "Incidence and Mortality of Hip Fractures in the United States." *JAMA*, 302(14), 1573-1579.
- Catalogue de DAI. (2010). "Catalogue de données disponibles via DAI (Données Accès et Intégration)." Montréal, QC, Canada, 20 pp. Disponible à: <a href="http://loki.qc.ec.gc.ca/DAI/doc/catalogue/DAI Catalogue Janvier2010 Fr.pdf">http://loki.qc.ec.gc.ca/DAI/doc/catalogue/DAI Catalogue Janvier2010 Fr.pdf</a>.
- V. Chavez-Demoulin and A.C. Davison. (2005). "Generalized additive modelling of sample extremes." *J. R. Stat. Soc. Ser. C-Appl. Stat.*, 54, 207-222.
- T. Chevalley, E. Guilley, F.R. Herrmann, P. Hoffmeyer, C.H. Rapin and R. Rizzoli. (2007)."Incidence of hip fracture over a 10-year period (1991-2000): Reversal of a secular trend."Bone, 40(5), 1284-1289.
- K. Chokmani and T. Ouarda. (2004). "Physiographical space-based kriging for regional flood frequency estimation at ungauged sites." *Water Resour. Res.*, 40(12), 13.
- P.-A. Cornillon and É. Matzner-Løber. (2006). "Section 6 : Choix de variables." In: *Régression: théorie et applications*, Springer-Verlag France, Paris, 143-178.

- D. Courault and P. Monestiez. (1999). "Spatial interpolation of air temperature according to atmospheric circulation patterns in southeast France." *International Journal of Climatology*, 19(4), 365-378.
- J. Díaz, R. García, C. López, C. Linares, A. Tobías and L. Prieto. (2005). "Mortality impact of extreme winter temperatures." *International Journal of Biometeorology*, 49(3), 179-183.
- F. Dominici, A. McDermott, S.L. Zeger and J.M. Samet. (2002). "On the Use of Generalized Additive Models in Time-Series Studies of Air Pollution and Health." *Am. J. Epidemiol.*, 156(3), 193-203.
- S. Douglas, A. Bunyan, K.H. Chiu, B. Twaddle and N. Maffulli. (2000). "Seasonal variation of hip fracture at three latitudes." *Injury*, 31(1), 11-19.
- B. Efron and R.J. Tibshirani. (1998). An introduction to the bootstrap, Chapman and Hall.
- H. Hagino, H. Katagiri, T. Okano, K. Yamamoto and R. Teshima. (2005). "Increasing incidence of hip fracture in Tottori Prefecture, Japan: Trend from 1986 to 2001." *Osteoporosis International*, 16(12), 1963-1968.
- T. Hastie and R. Tibshirani. (1986). "Generalized Additive Models." *Statistical Science*, 1(3), 297-310.
- S. Heinrich, K. Rapp, U. Rissmann, C. Becker and H.H. König. (2010). "Cost of falls in old age: a systematic review." *Osteoporosis International*, 21(6), 891-902.
- R. Hinton, D. Lennox, F. Ebert, S. Jacobson and G. Smith. (1995). "Relative rates of fracture of the hip in the United States. Geographic, sex, and age variations." *J Bone Joint Surg Am*, 77(5), 695-702.
- E.H. Isaaks and R.M. Srivistava. (1989). *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York.

- S.J. Jacobsen, D.J. Sargent, E.J. Atkinson, W.M. O'Fallon and L.J. Melton Iii. (1999).

  "Contribution of Weather to the Seasonality of Distal Forearm Fractures: A Population-Based Study in Rochester, Minnesota." *Osteoporosis International*, 9(3), 254-259.
- O. Johnell and J.A. Kanis. (2004). "An estimate of the worldwide prevalence, mortality and disability associated with hip fracture." *Osteoporosis International*, 15(11), 897-902.
- T.S. Kaastad, H.E. Meyer and J.A. Falch. (1998). "Incidence of Hip Fracture in Oslo, Norway: Differences Within the City." *Bone*, 22(2), 175-178.
- J.A. Kanis, O. Johnell, C.D. Laet, B. Jonsson, A. Oden and A.K. Ogelsby. (2002). "International Variations in Hip Fracture Probabilities: Implications for Risk Assessment." *Journal of Bone and Mineral Research*, 17(7), 1237-1244.
- A. Levy, D. Bensimon, N. Mayo and H. Leighton. (1998). "Inclement Weather and the Risk of Hip Fracture" *Epidemiology*, 9(2), 172-177.
- L. Lewis and L. Lasater. (1994). "Frequency, distribution, and management of injuries due to an ice storm in a large metropolitan area." *South Med J.*, 87(2), 174-178.
- H. Lin and S. Xirasagar. (2006). "Seasonality of hip fractures and estimates of seasonattributable effects: a multivariate ARIMA analysis of population-based data."

  \*\*Osteoporosis International, 17(6), 795-806.\*\*
- H. Luukinen, K. Koski and S.L. Kivelä. (1996). "The relationship between outdoor temperature and the frequency of falls among the elderly in Finland." *J Epidemiol Community Health*, 50(1), 107.
- L.J. Melton III. (2003). "Adverse Outcomes of Osteoporotic Fractures in the General Population." *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(6), 1139-1141.

- S. Mirchandani, G. Aharonoff, R. Hiebert, E. Capla, J. Zuckerman and K. Koval. (2005). "The effects of weather and seasonality on hip fracture incidence in older adults." *Orthopedics*, 28(2), 149-155.
- R. Modarres, T.B.M.J. Ouarda, A. Vanasse, M.G. Orzanco and P. Gosselin. (2010). "Modeling seasonal variation of hip fracture in Montreal, Canada." À soumettre au American Journal of Epidemiology.
- MSSSQ. (2009). "Guide méthodologique : « L'indice de défavorisation matérielle et sociale : en bref ». <a href="http://www.inspq.qc.ca/santescope/liens.asp?comp=9&nav=N">http://www.inspq.qc.ca/santescope/liens.asp?comp=9&nav=N</a>, accédé le 21 juillet 2010." In: *Santescope*.
- R.A. Olea. (1999). Geostatistics for Engineers and Earth Scientists, Kluwer Academic Publishers.
- H. Orimo, T. Hashimoto, K. Sakata, N. Yoshimura, T. Suzuki and T. Hosoi. (2000). "Trends in the incidence of hip fracture in Japan, 1987–1997: The third nationwide survey." *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 18(3), 126-131.
- T.B.M.J. Ouarda, J.M. Cunderlik, A. St-Hilaire, M. Barbet, P. Bruneau and B. Bobée. (2006). "Data-based comparison of seasonality-based regional flood frequency methods." *Journal of Hydrology*, 330(1-2), 329-339.
- R. Pampalon and G. Raymond. (2000a). "Un indice de défavorisation pour la planification de la santé et du bien-être au Québec." *Maladies Chroniques au Canada 2000*, 21(3), 113-122.
- R. Pampalon and G. Raymond. (2000b). "A deprivation index for Health and Welfare Planning in Québec. ." *Chronic Dis Can.* 2000, 31(3), 104-113.
- R. Pampalon, D. Hamel, P. Gamache and G. Raymond. (2009). "A deprivation index for health planning in Canada." *Chronic Dis Can.* 2009, 29(4), 178-191.

- E.A. Papadimitropoulos, P.C. Coyte, R.G. Josse and C.E. Greenwood. (1997). "Current and projected rates of hip fracture in Canada." *CMAJ*, 157(10), 1357-1363.
- R.E. Rossi, D.J. Mulla, A.G. Journel and H.F. Eldon. (1992). "Geostatistical Tools for Modeling and Interpreting Ecological Spatial Dependence." *Ecological Monographs*, 62(2), 277-314.
- A. Vanasse, P. Dagenais, T.B.M.J. Ouarda, M.G. Orzanco, J. Courteau, S. Asghari, B. Martel, F. Chebana, C. Charron and P. Gosselin. (2010). "Regional specificity of secular trends of hip fractures in Quebec." *Soumis au International Journal of Health Geographics*.
- M.E. Wiktorowicz, R. Goeree, A. Papaioannou, J.D. Adachi and E. Papadimitropoulos. (2001)."Economic Implications of Hip Fracture: Health Service Use, Institutional Care and Cost in Canada." *Osteoporosis International*, 12(4), 271-278.
- S.N. Wood. (2000). "Modelling and smoothing parameter estimation with multiple quadratic penalties." *J. R. Stat. Soc. Ser. B-Stat. Methodol.*, 62, 413-428.
- S.N. Wood. (2003). "Thin plate regression splines." J. R. Stat. Soc. Ser. B-Stat. Methodol., 65, 95-114.
- S.N. Wood. (2004). "Stable and efficient multiple smoothing parameter estimation for generalized additive models." *J. Am. Stat. Assoc.*, 99(467), 673-686.
- S.N. Wood. (2006a). "Section 3.2.2 : Controlling the degree of smoothing with penalized regression splines." In: *Generalized Additive Models: An Introduction with R*, Chapman and Hall/CRC Press, 128-130.
- S.N. Wood. (2006b). "Section 4.1.6: Shrinkage smoothers." In: *Generalized Additive Models:*An Introduction with R, Chapman and Hall/CRC Press, 160-161.
- S.N. Wood. (2006c). *Generalized Additive Models: An Introduction with R*, Chapman and Hall/CRC Press.

- S.N. Wood. (2006d). "On confidence intervals for generalized additive models based on penalized regression splines." *Aust. N. Z. J. Stat.*, 48(4), 445-464.
- S.N. Wood. (2006e). "Low-rank scale-invariant tensor product smooths for generalized additive mixed models." *Biometrics*, 62(4), 1025-1036.
- S.N. Wood. (2008). "Fast stable direct fitting and smoothness selection for generalized additive models." *J. R. Stat. Soc. Ser. B-Stat. Methodol.*, 70, 495-518.

## A.1 Saisonnalité des fractures de la hanche

Les Figure A. 1 à A. 5 présentent l'analyse descriptive de la saisonnalité des fractures de la hanche, pour le site Montréal, pour les femmes et les hommes de 40 à 74 ans et de 75 ans et plus, à l'aide de différents graphiques en représentation polaire.

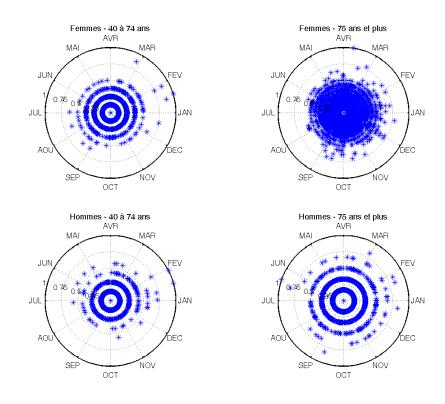


Figure A. 1 : Nombres relatifs de fractures journalières.

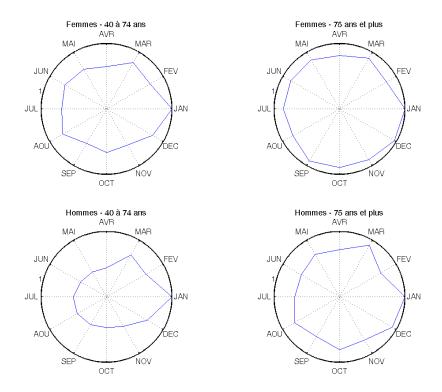


Figure A. 2: Moyennes mensuelles relatives des fractures.

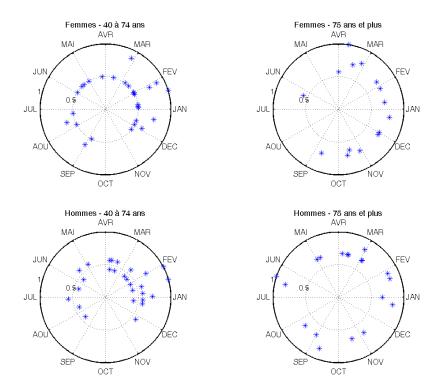


Figure A. 3: Maximums annuels relatifs des fractures.

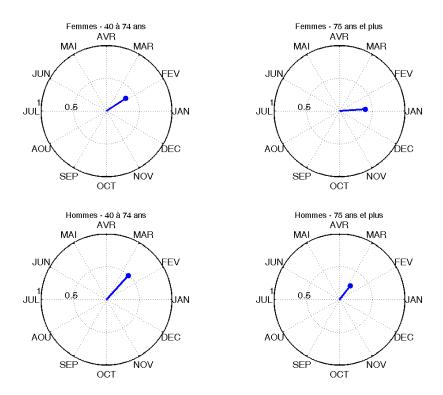


Figure A. 4 : Direction moyenne des maxima annuels de fractures.

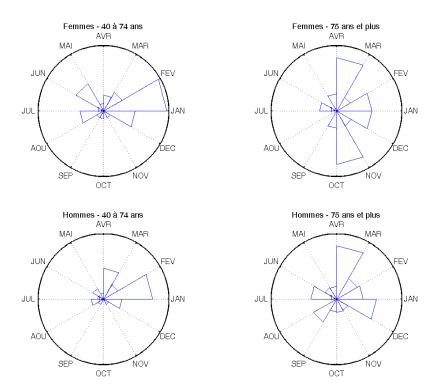


Figure A. 5 : Fréquences relatives mensuelles des maxima annuels de fractures.

Les cumuls du nombre moyen de dépassements par la méthode POT<sup>2</sup> (« *peaks-over-threshold* ») pour certains seuils des fractures de la hanche mensuelles sont présentés dans la Figure A. 6.

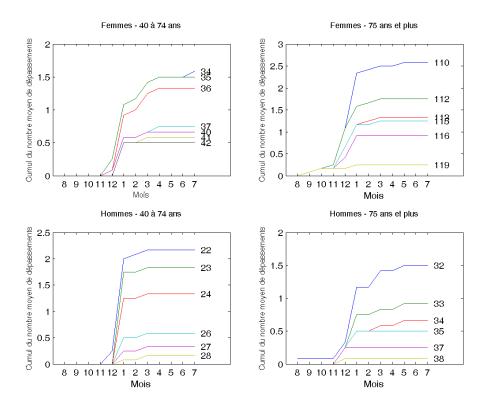


Figure A. 6 : Cumuls du nombre moyen de dépassement (Méthode POT) du nombre de fractures mensuelles pour différents seuils (Site Montréal).

Après l'analyse de ces divers graphiques, on peut conclure qu'il se produit une augmentation significative des fractures pendant la période hivernale pour tous les groupes étudiés (homme et femmes, 40-74 ans et 75+ans, à Montréal). À l'aide des figures des cumuls du nombre moyen de dépassements, on peut aisément délimiter deux saisons. Les changements se produisent en novembre et en avril, il y a donc une saison hivernale de novembre à mars et une saison estivale d'avril à octobre.

<sup>2</sup> T. B. M. J. Ouarda, J. M. Cunderlik, A. St-Hilaire, M. Barbet, P. Bruneau and B. Bobée. (2006). "Data-based comparison of seasonality-based regional flood frequency methods." *Journal of Hydrology*, 330(1-2), 329-339.

## A.2 Saisonnalité des variables météorologiques

Une analyse de la saisonnalité a aussi été effectuée sur plusieurs variables météorologiques. Les cumuls du nombre moyen de dépassements pour plusieurs variables de précipitations (Hpluie, Hneige, Precip, Neige, Verglas, voir Tableau 2.1) ont été calculés (Figure A. 7).

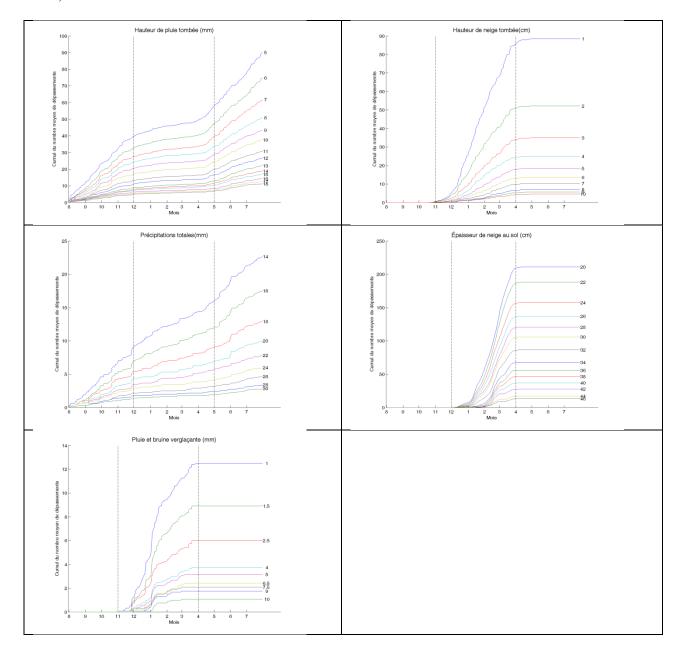


Figure A. 7 : Cumul du nombre moyen de dépassements (Méthode POT) pour les variables météorologiques de précipitations pour différents seuils (Site Montréal).

À nouveau, on observe la présence de deux saisons distinctes. Les changements se produisent en novembre et en avril, indiquant les deux mêmes saisons que les fractures de la hanche : une saison hivernale de novembre à mars et une saison estivale d'avril à octobre.

Les périodes de gel ont été identifiées, pour chaque année. Il s'agit des périodes entre les deux points d'inflexion de la courbe des degrés-jours cumulatifs (Figure A. 8). La période de gel définie ainsi se situe entre le mois de novembre et le mois d'avril.

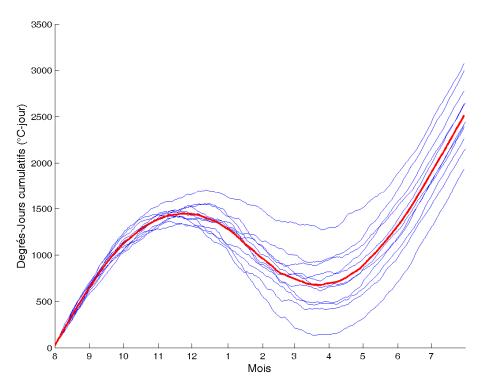
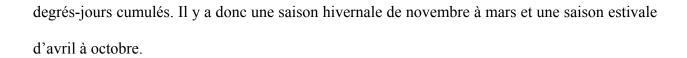


Figure A. 8 : Degrés-jours cumulatifs – Courbes annuelles et courbe moyenne (Site Montréal).

Ces résultats identifient tous la même saison hivernale, qu'elle soit délimitée avec la méthode POT appliquée sur les fractures de la hache, délimitée avec la méthode POT appliquée sur les variables météorologiques ou délimitée par la période de gel obtenue avec la méthode des



## ANNEXE B : TABLEAUX DES VARIABLES MÉTÉOROLOGIQUES SIGNIFICATIVES DU MODÈLE GAM APPLIQUÉ AUX FRACTURES DE LA HANCHE

Les tableaux suivant présentent les résultats pour chaque strate étudiée (voir Tableau 3.1). Les variables sélectionnées sont indiquées, avec le décalage appliqué, selon la notation suivante :

- mN : minimum de la variable sur les N jours précédents;
- MN : maximum de la variable sur les N jours précédents;
- LN : lag (valeur de la variable) du N<sup>e</sup> jour précédent;
- cN : cumul de la variable sur les N jours précédents;
- x : valeur de la variable au même jour.

La valeur de déviance expliquée (Dex) de chaque modèle est indiquée, de même que le nombre total de fractures (FH) pour chaque strate. Les tableaux se lisent ainsi : chaque colonne est une séparation avec son meilleur modèle indiqué. Certaines strates ne permettent pas de trouver un modèle; aucune variable n'est sélectionnée. Elles sont surlignées dans les tableaux.

Tableau B. 1 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les femmes de 40-74 ans au site Montréal.

									Mon	tréal, F	emme	es, 40-7	4 ans								
				Anné	e						Hive	er						Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax																P					
Tmin	m3		m3		m3	m3	m3		m3			m3				a					m2
Tmoy																S					
Hpluie	L3		L3		L3	m3											M3		M3	m3	
Hneige			c2	X		M2	M2	х	m2	c2			M2	M2		d					
Precip		L2		L2							m2		m3			e					
Neige	m3	X	m2	X	X																
Vent												<b>c</b> 3	L1	L1	X	m					L2
Verglas		X					X	X	X				L1	X		o					
DJC			L1				X	L1		L3		L1		L3		d					
Pmax										X						è		m2			
Pmin	M2			L1	M2	L1	L1				L1	M2	L1	L1		1					
Pmoy								X								e					
JJ-JH-JE			X				X	X	Х	X	X	X	X	X							X
Dex	1.3	0.9	2.2	1.0	1.6	1.7	2.2	3.1	2.5	3.6	2.0	2.8	4.5	4.2	0.4		0.3	0.2	0.6	0.2	0.9
Nb FH	854	789	2137	1118	1183	2072	3598	452	404	1132	588	636	1084	1905	402	385	1005	530	547	988	1639

Tableau B. 2 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les hommes de 40-74 ans au site Montréal.

									Montr	éal, Ho	mmes	<b>, 40-7</b> 4	lans								
				Anné	e						Hive	r						Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax																				М3	
Tmin	Х		m2		X				m3	m2	m3	X		m2							
Tmoy		m3		m3			m3	m2													
Hpluie								m2						m3				c2	L1		
Hneige										L2											
Precip		L3										L3	L2		M3				<b>c</b> 3		
Neige					M3	c2	X	L3				X		X							
Vent		X		X		L1	M2		М3				L1	M2		m3		M3		L1	L1
Verglas	L1	М3	М3	М3	<b>c</b> 3	М3	М3	L1	М3	L1	М3	<b>c</b> 3	M3	М3							
DJC		L1											M3			L1		L1		c3	
Pmax						M3					M2		M3						m2		
Pmin			m3														<b>c</b> 3				
Pmoy							M3		М3					M3							
JJ-JH-JE		х		X		X			X		X		X	X							
Dex	1.5	3.7	2.9	4.0	3.2	4.1	4.3	4.7	5.6	4.2	4.3	4.2	5.8	5.9	0.4	2.2	0.5	2.2	2.4	1.5	0.4
Nb FH	504	442	1196	656	718	1134	2088	279	264	697	408	423	682	1229	225	178	499	248	295	452	859

Tableau B. 3 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les femmes de 75 ans et plus au site Montréal.

									Mor	ntréal, l	Femme	es, 75+a	ans								
				Anné	e						Hiver							Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax						L1	L1				L1			X						c2	
Tmin	X									X			X		L1				L1		
Tmoy			L1	М3	m3				М3								L1				M2
Hpluie		Х						L1	X						X		X			X	
Hneige	m2											L3									
Precip	<b>c</b> 3							L1			L1				L1		X	c2		Х	
Neige				X																	
Vent		L2															m3			m3	
Verglas	<b>c</b> 3		<b>c</b> 3	L1	c3	c3	<b>c</b> 3	c3		<b>c</b> 3	L1	c3	L3	c3							
DJC		m3		m3		m3	m3		c2		M2		L3	L3		L3		m3		m3	
Pmax																		L1			
Pmin																					
Pmoy													L3		L1	L1					
JJ-JH- JE										X											
Dex	0.7	0.7	0.7	1.1	0.6	0.9	1.7	0.7	1.1	1.0	2.2	0.7	1.4	2.2	1.3	0.8	1.7	0.8	0.3	2.4	1.0
Nb FH	2466	2468	7294	3552	3550	7296	13727	1282	1235	3713	1786	1833	3666	6987	1184	1233	3581	1766	1717	3630	6740

Tableau B. 4 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les hommes de 75 ans et plus au site Montréal.

									Mont	tréal, H	omme	s, 75+a	ans								
				Anné	e						Hive	r						Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax		X		X		X				m3						х	m2	X			X
Tmin															m3				m3		
Tmoy									M2							х				Х	
Hpluie												М3	L2			Х		X	c2		X
Hneige			M2							L2											
Precip	L2				с3							m2			c2		m2		c2		
Neige																					
Vent		L3	М3	L3				c2	L3		L3		L2							с3	
Verglas	s2	М3	c3	М3	c3	c3	<b>c</b> 3	c2		<b>c</b> 3	M2	c2	c3	c3							
DJC			X														X				
Pmax				c3																	
Pmin		M2	m3						M2		M2		M2								
Pmoy																					
JJ-JH-JE	х		X		X		X			X				X							
Dex	1.2	2.2	1.3	2.2	1.2	0.8	1.0	0.8	2.5	2.2	2.4	1.4	1.8	1.0	2.0	2.0	1.3	2.0	1.7	0.9	0.8
Nb FH	623	693	1800	980	910	1870	3442	353	388	957	546	511	992	1839	270	305	843	434	399	878	1603

Tableau B. 5 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les femmes de 40-74 ans au site Québec.

									Quél	ec, Fen	nmes,	40-74	ans								
				Anné	e						Hive							Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax			X							X		P									
Tmin												a	X			M2	X				
Tmoy							L1					S		L1		X					
Hpluie	X		X		X										X			<u>[</u>	X		X
Hneige		L1	L2						L1	L2	L1	d	m2	c2							
Precip			L3		X					e								L3			
Neige	X	X	X	X	X	X		X													
Vent								L1		L2		m				L3		L3			
Verglas						L3						0	L3								
DJC												d					X				
Pmax						M2						è									
Pmin												1						X		ĺ	
Pmoy												e				c2		m2		L2	
JJ-JH-JE																X		Ì			
Dex	0.9	1.3	1.8	0.5	0.7	1.3	1.5	3.9	1.4	1.9	1.0		2.6	2.1	1.9	6.4	1.0	3.3	1.5	1.4	0.8
Nb FH	161	259	493	329	231	591	922	88	148	287	187	127	347	527	73	111	206	142	104	244	395

Tableau B. 6 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les hommes de 40-74 ans au site Québec.

									Québ	ec, Hon	nmes,	40-74	ans								
				Anné	ee						Hive	r						Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax															P			-			
Tmin															a						
Tmoy		L2		L2							L2				S						
Hpluie							m2		L2				M2	X						m2	m2
Hneige	m2						X	m2				Х		X	d						
Precip		m2										e									
Neige					c2																
Vent	L2				L2			L2		L2					m	c2	m3	L2	c3	M2	
Verglas			L2			М3									o						
DJC															d						
Pmax						L3							L3		è		m3				
Pmin												L3			1					Х	
Pmoy															e						
JJ-JH-JE		Х	Х	X		X	X			X										х	X
Dex	2.8	3.6	2.0	3.8	2.0	2.6	2.4	3.3	1.6	2.0	1.9	3.6	1.8	1.4		2.9	4.1	2.3	1.0	4.9	2.8
Nb FH	94	131	260	164	127	297	478	59	84	154	106	81	179	286	35	47	106	58	46	118	192

Tableau B. 7 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les femmes de 75 ans et plus au site Québec.

									Que	ébec, F	emmes	, 75+a	ns								
				Année	е						Hiver							Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax	P							P					М3	L1				c2	M2		
Tmin	a							a		m3											
Tmoy	S						X	S													L1
Hpluie							L3			m3			X	L3							Ĩ
Hneige	d	m2		m2		m2	m2	d		с3	m2		m2	c3							
Precip	e		M3		m3	М3	L1	e		М3											L1
Neige						X															
Vent	m		c3			c3		m		М3				M3	c3		c3		c3	L3	
Verglas	o							o													
DJC	d					L3	c2	d					L3								
Pmax	è		c2		L1	m3		è		c2						М3				m3	
Pmin	1	L3						1	L3				L3								
Pmoy	e						m2	e				L1		m3			m3				m3
JJ-JH-JE																				X	X
Dex		0.6	1.3	0.4	0.4	1.4	1.3		0.8	2.5	0.7	0.5	3.5	2.9	0.7	0.4	1.2	0.8	0.8	1.5	1.2
Nb FH	656	741	1969	1001	916	2054	3636	332	378	1023	505	459	1069	1865	324	363	946	496	457	985	1771

Tableau B. 8 : Tableau résumé des résultats des modèles pour les hommes de 75 ans et plus au site Québec.

									Qı	ıébec,	Homn	nes, 75+	-ans								
				Anné	e						Hive	r						Été			
	D	F	DS	FS	DM	FM	Т	D	F	DS	FS	DM	FM	T	D	F	DS	FS	DM	FM	T
Tmax		P				L1			P								L1		X	L1	M2
Tmin		a			L1				a			c2		L1							
Tmoy		S					L1		S	L1						m3		m3			
Hpluie								L3		m2			m2							m3	
Hneige	L2	d		L2	L2		L2		d		L2	L2		L2							
Precip		e						L2	e	L1	m2						L3				
Neige			L3		L1							c2									
Vent		m	<b>c</b> 3			<b>c</b> 3	<b>c</b> 3		m	L2	L3	L3	L2		X						L2
Verglas	М3	0			М3			M3	0			М3									
DJC		d	m3						d								c2				
Pmax		è				X	X		è	X			X	X							
Pmin	L1	1		m3					1												
Pmoy		e							e									M2			
JJ-JH-JE																	X				
Dex	2.5		1.3	0.9	2.6	1.5	1.6	5.1		3.3	2.6	5.3	2.8	2.4	1.5	1.8	3.1	3.3	1.3	1.7	1.4
Nb FH	155	200	431	273	228	476	852	86	101	243	142	127	258	449	69	99	188	131	101	218	403

## ANNEXE C : GRAPHIQUES DES FONCTIONS DE LISSAGE DES VARIABLES MÉTÉOROLOGIQUES SIGNIFICATIVES DES MODÈLES GAM APPLIQUÉS AUX FRACTURES DE LA HANCHE

Les graphiques suivant présentent les résultats des modèles pour chaque strate étudiée (voir Tableau 3.1). Les graphiques indiquent la forme de la fonction de lissage, ainsi qu'un intervalle de confiance bayésien, pour chaque strate où un modèle a été trouvé (voir Annexe B).

## C.1 Femmes de 40-74 ans au site Montréal

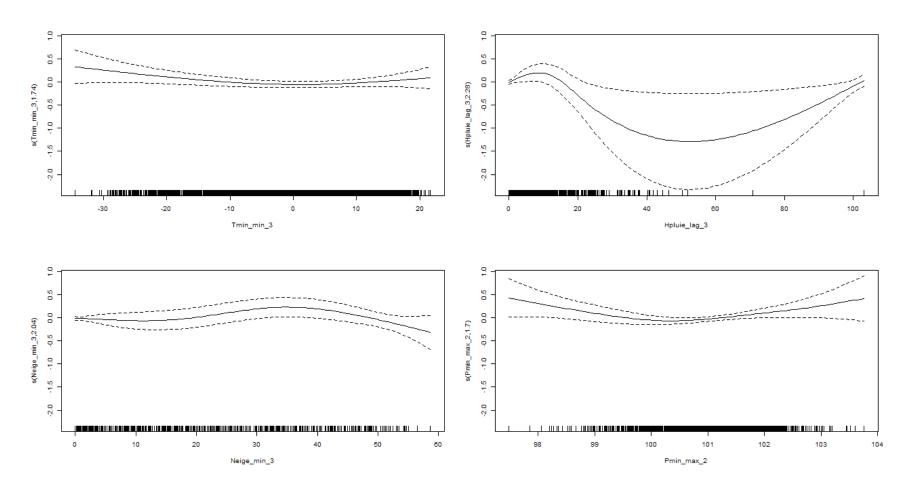


Figure C. 1. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées de 40-74 ans du site Montréal.

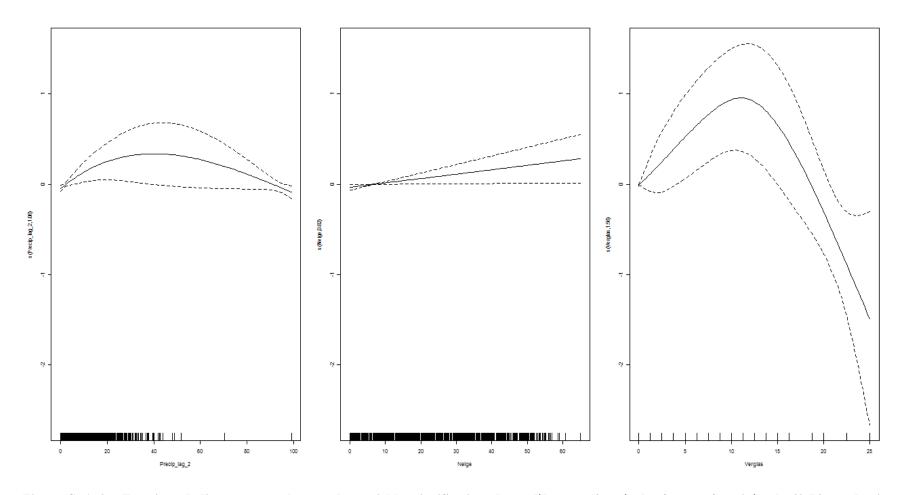


Figure C. 1. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées de 40-74 ans du site Montréal.

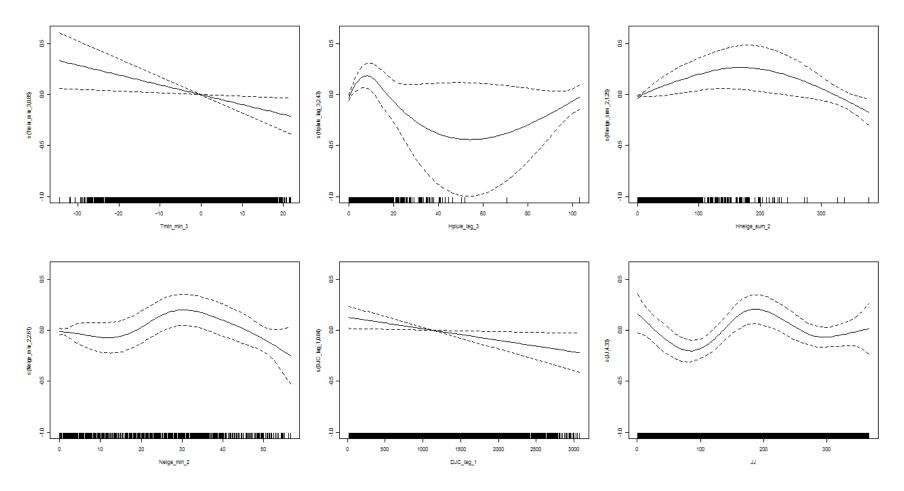


Figure C. 1. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site Montréal.

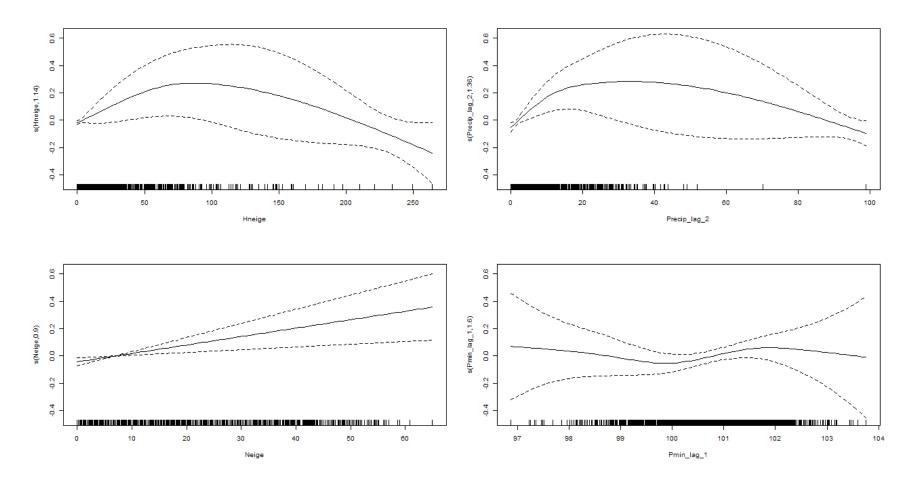


Figure C. 1. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site Montréal.

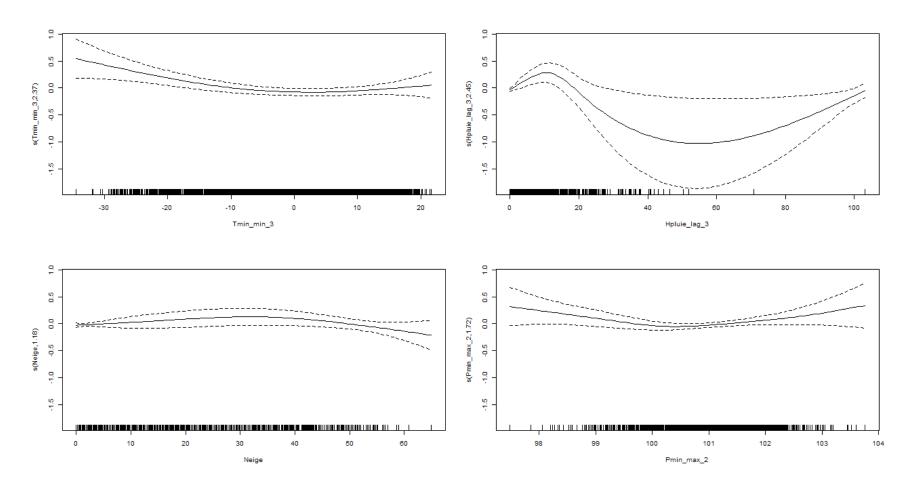


Figure C. 1. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

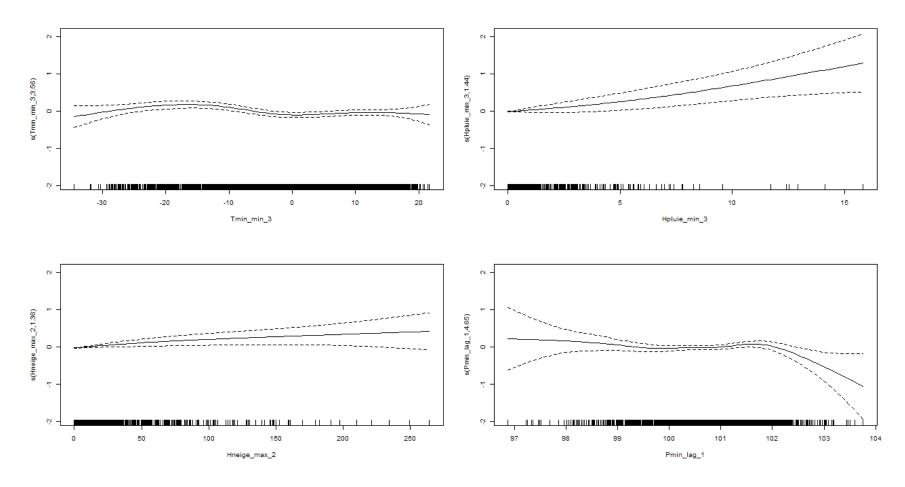


Figure C. 1. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

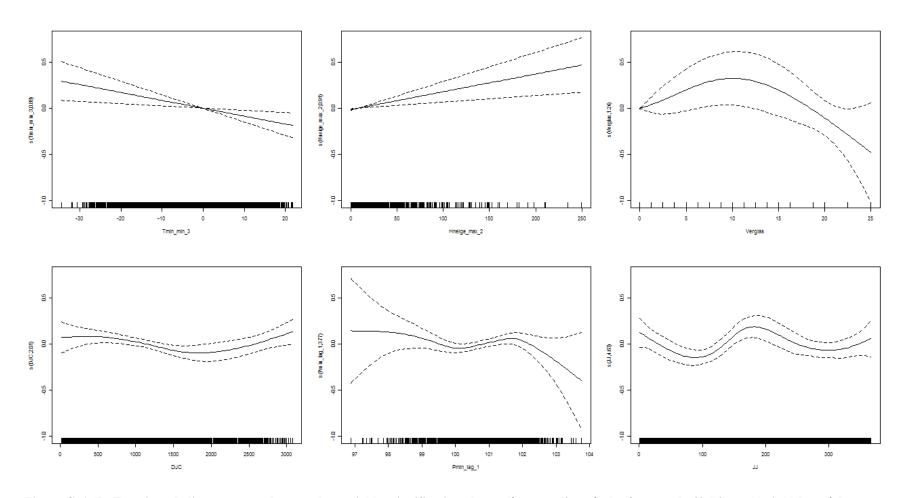


Figure C. 1. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes de 40-74 ans du site Montréal.

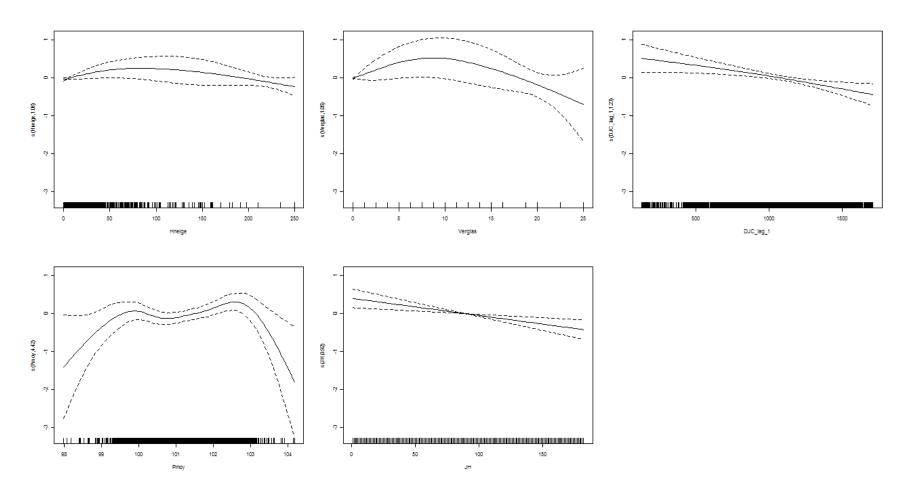


Figure C. 1. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées de 40-74 ans du site Montréal.

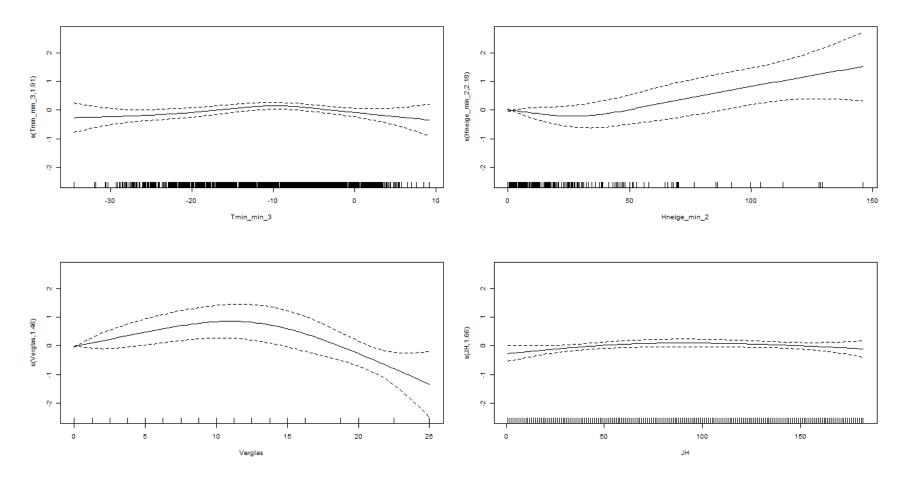


Figure C. 1. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées de 40-74 ans du site Montréal.

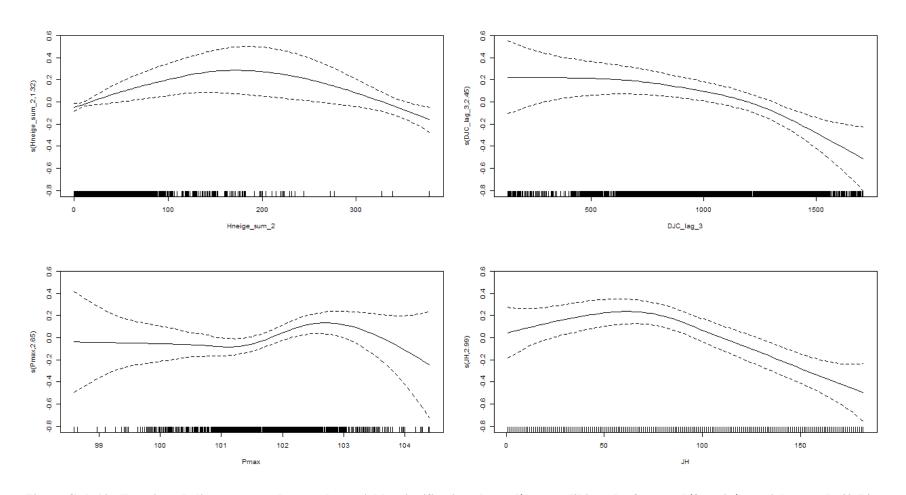


Figure C. 1. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site Montréal.

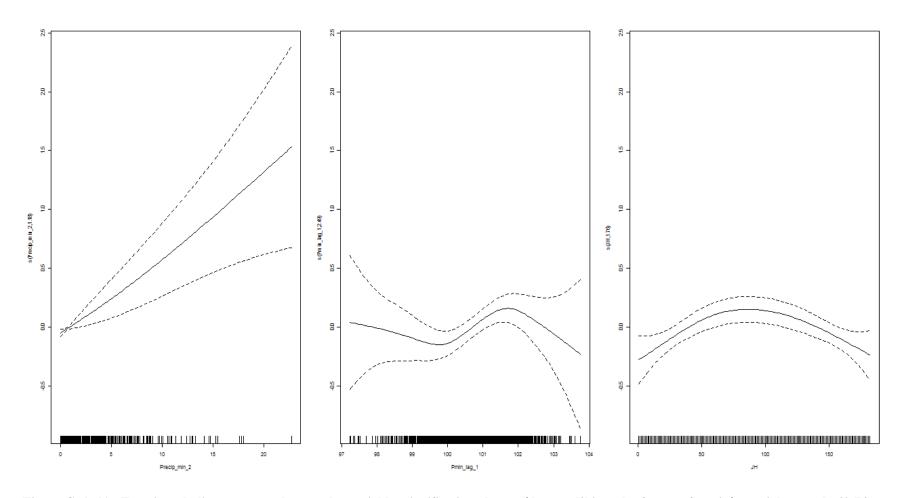


Figure C. 1. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site Montréal.

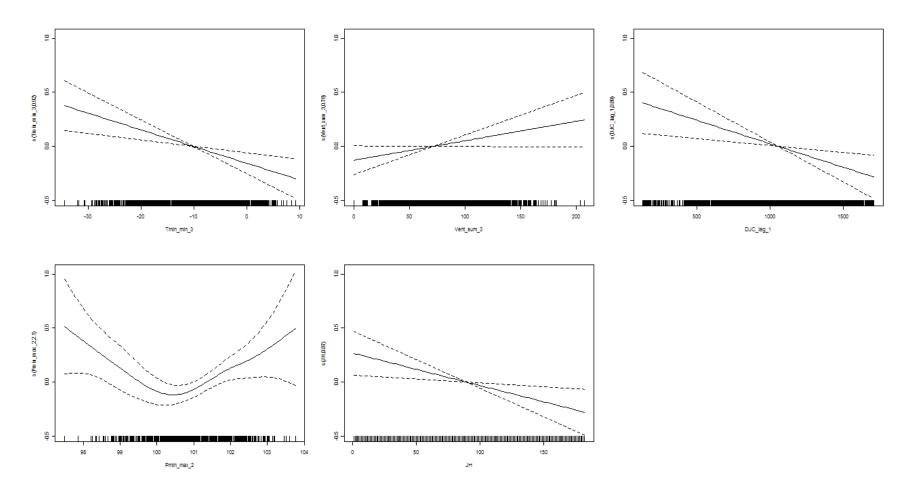


Figure C. 1. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

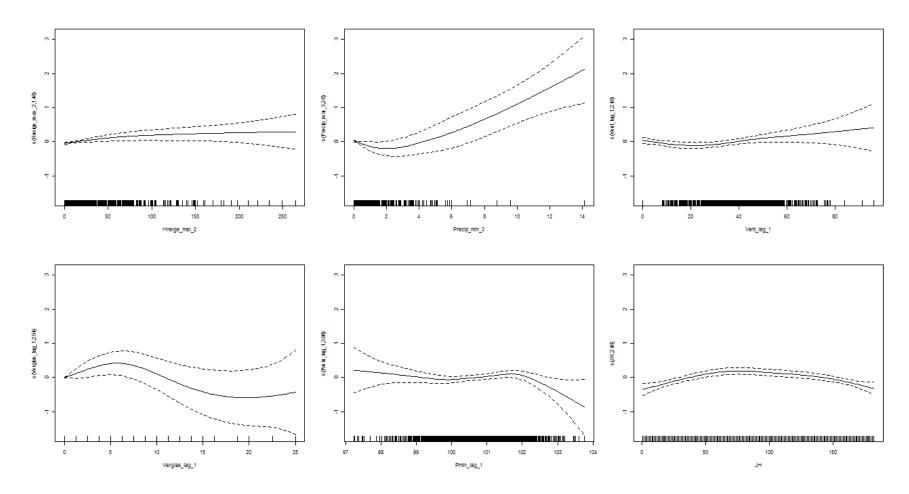


Figure C. 1. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

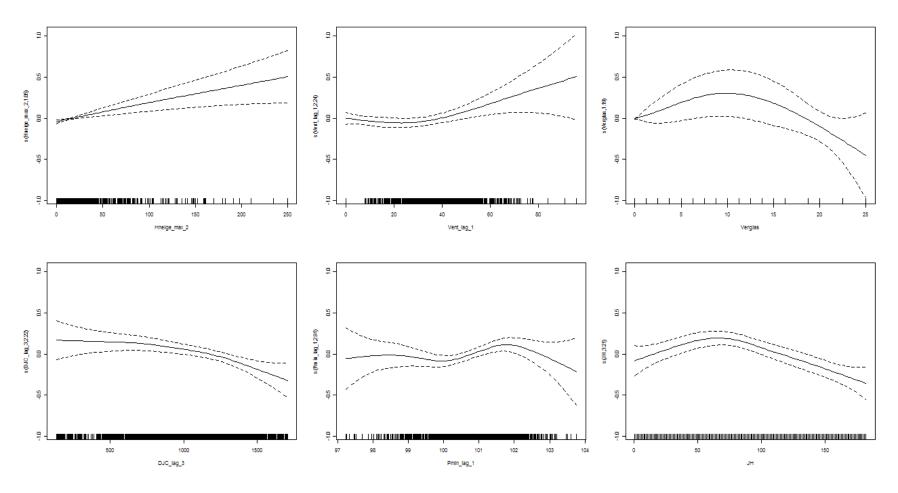


Figure C. 1. 14: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes de 40-74 ans du site Montréal.

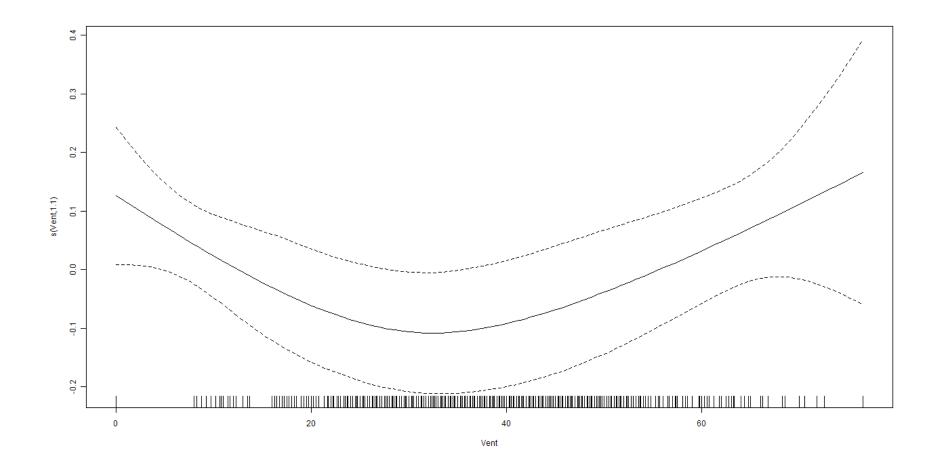


Figure C. 1. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées de 40-74 ans du site Montréal.

Il n'y a pas de modèle pour l'été, pour les femmes favorisées de 40-74 ans du site Montréal.

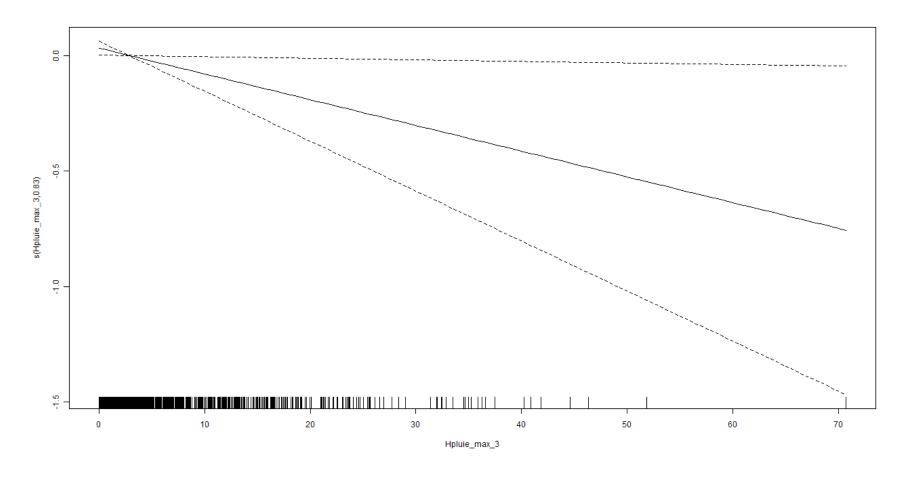


Figure C. 1. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site Montréal.

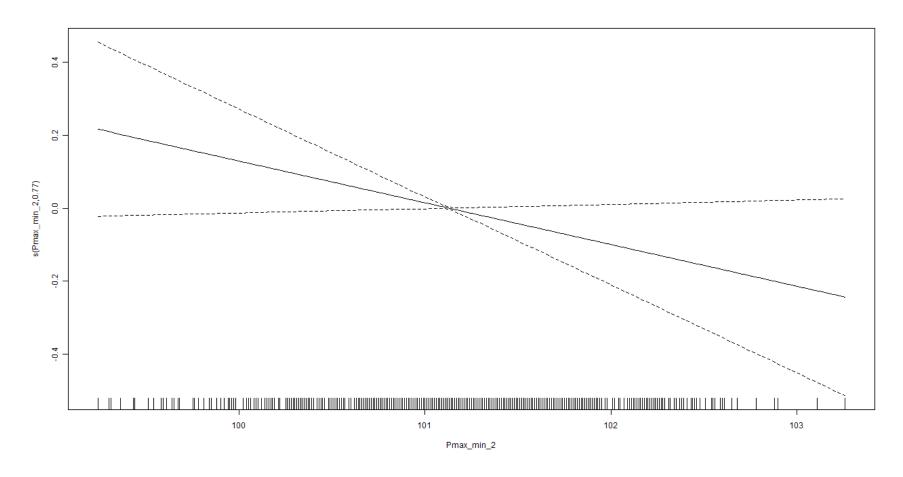


Figure C. 1. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site Montréal.

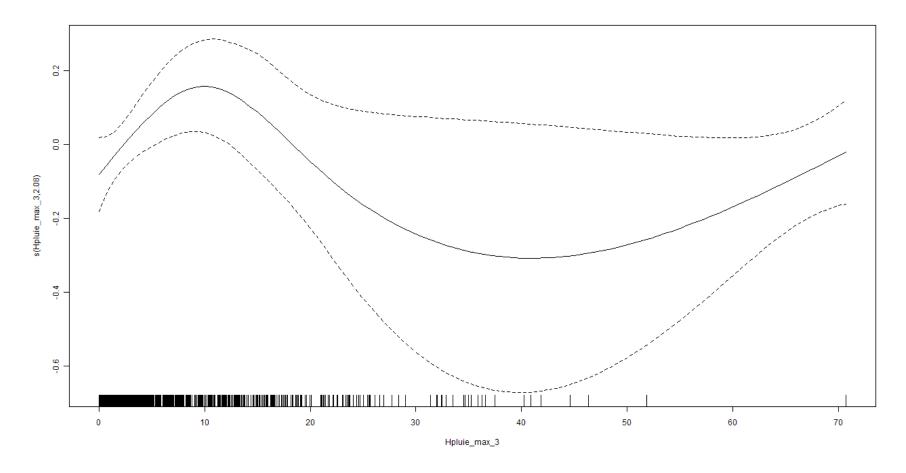


Figure C. 1. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

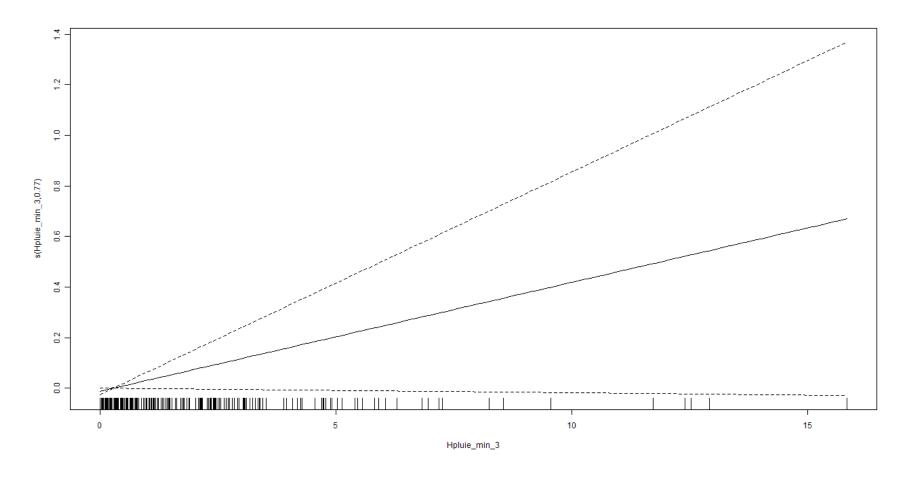


Figure C. 1. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

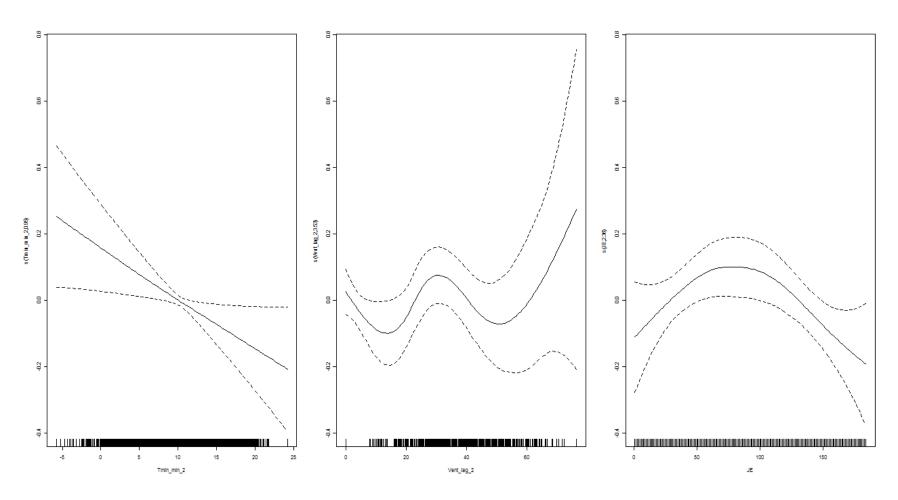


Figure C. 1. 20 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes de 40-74 ans du site Montréal.

## C.2 Hommes de 40-74 ans au site Montréal

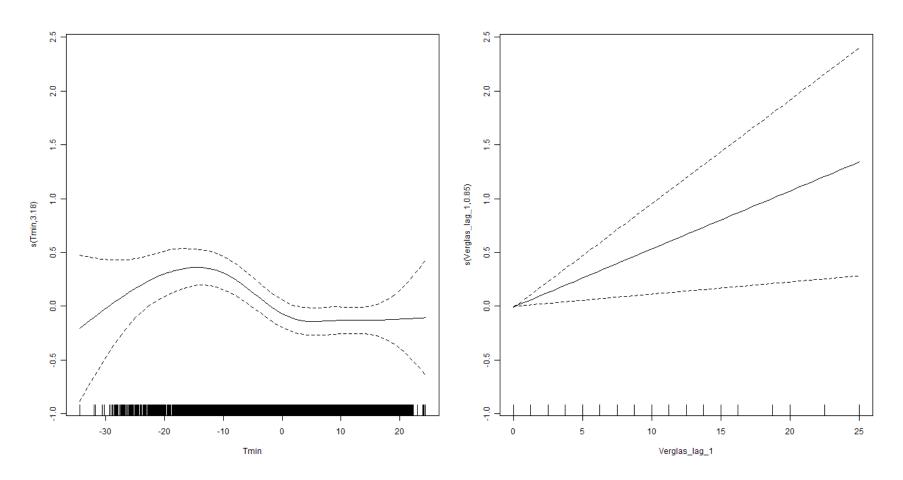


Figure C. 2. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés de 40-74 ans du site Montréal.

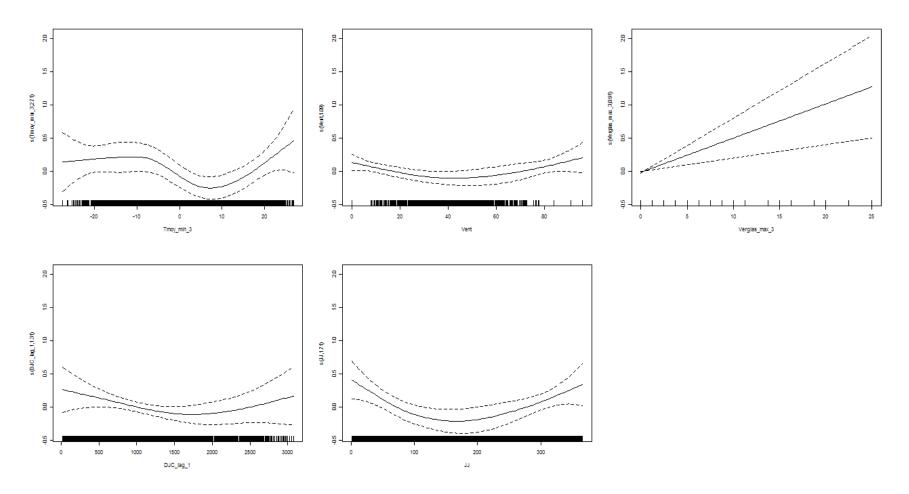


Figure C. 2. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés de 40-74 ans du site Montréal.

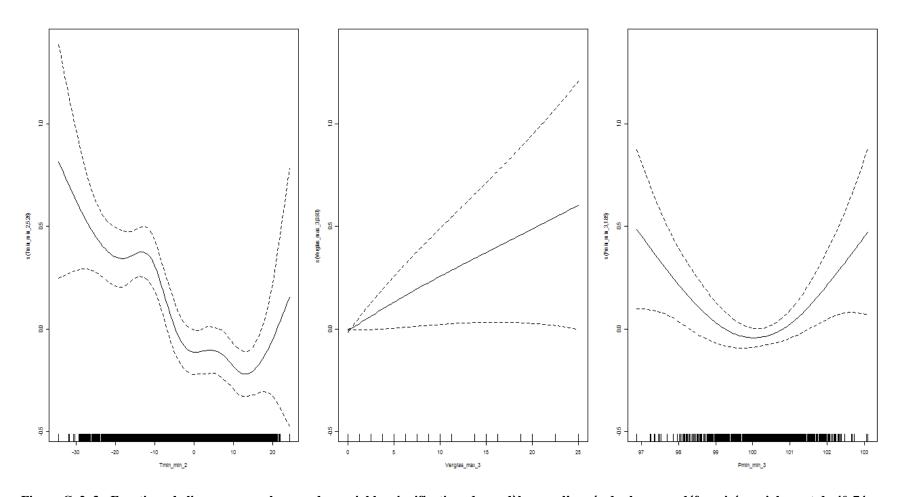


Figure C. 2. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du site Montréal.

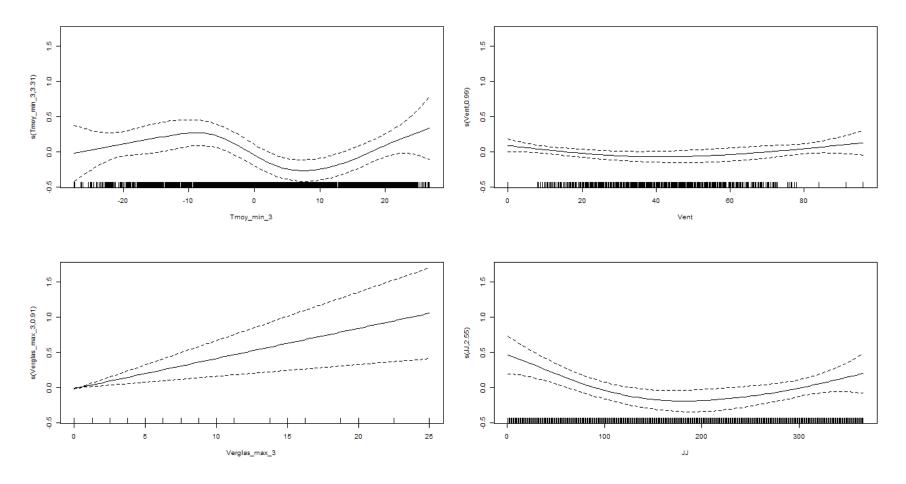


Figure C. 2. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site Montréal.

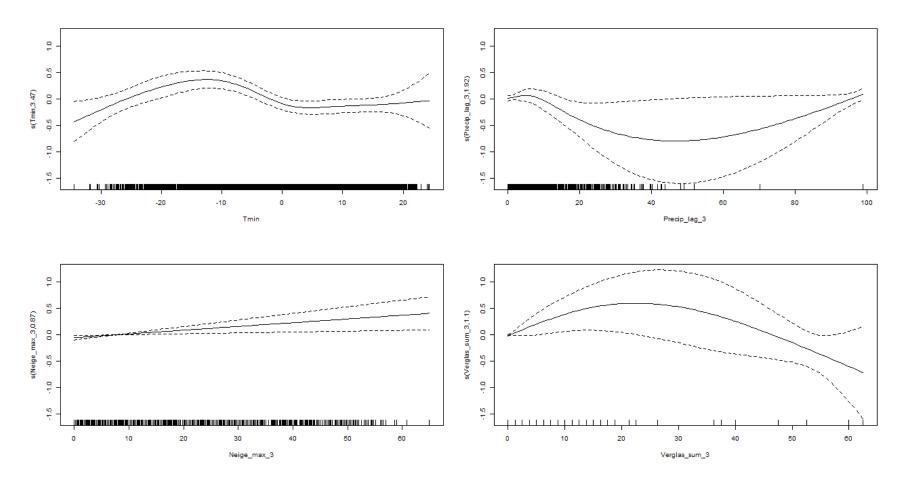


Figure C. 2. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

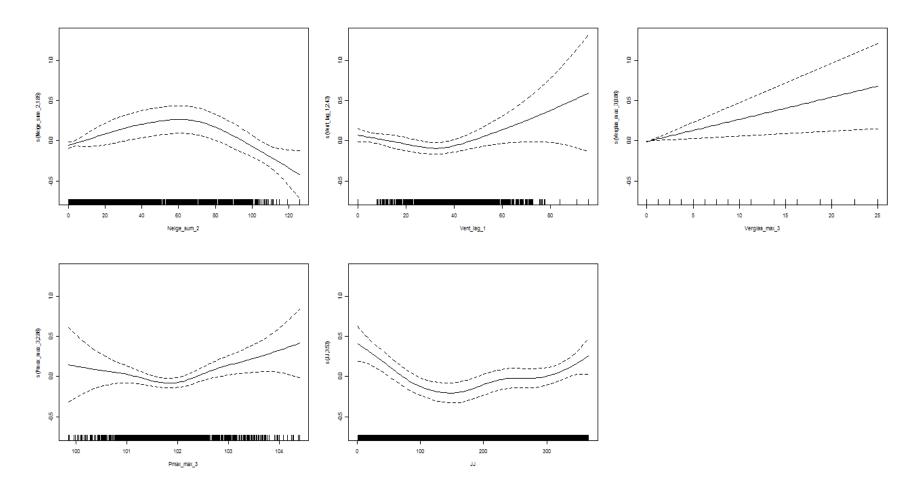


Figure C. 2. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

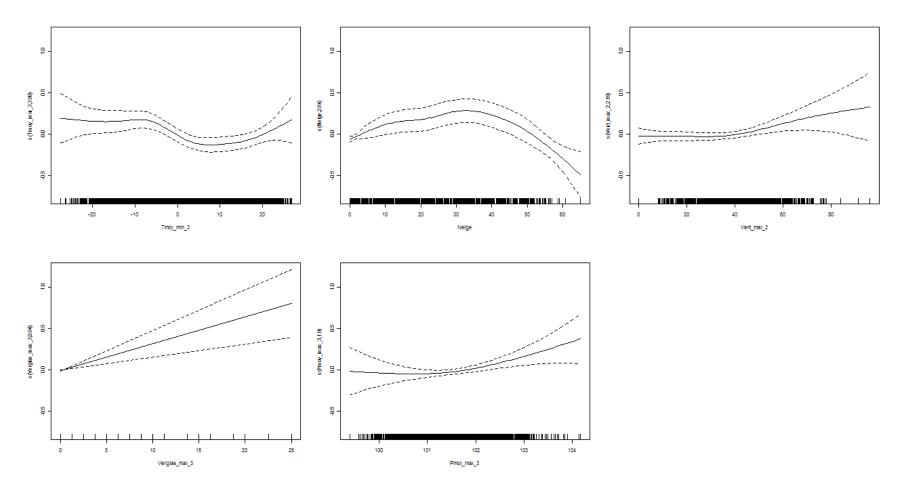


Figure C. 2. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes de 40-74 ans du site Montréal.

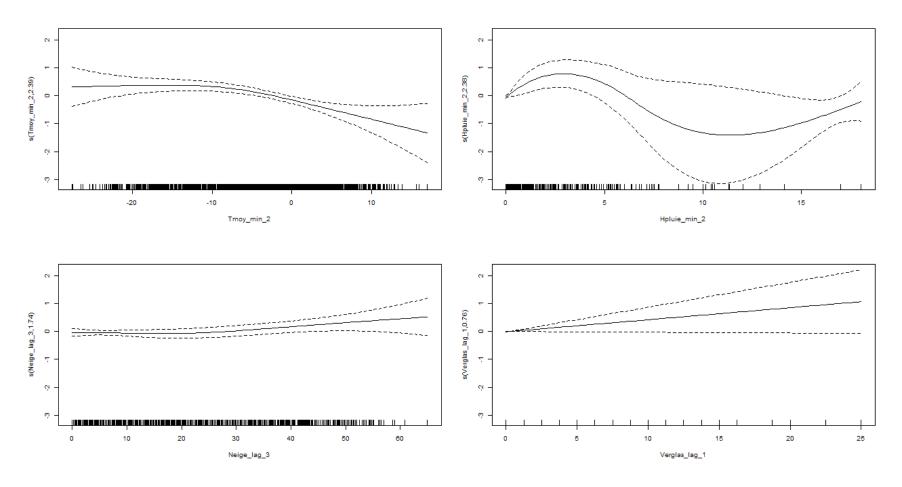


Figure C. 2. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés de 40-74 ans du site Montréal.

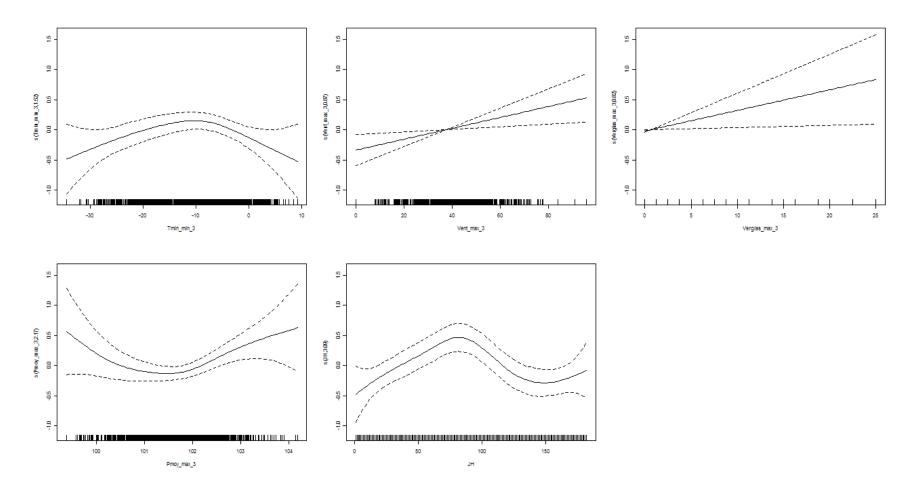


Figure C. 2. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés de 40-74 ans du site Montréal.

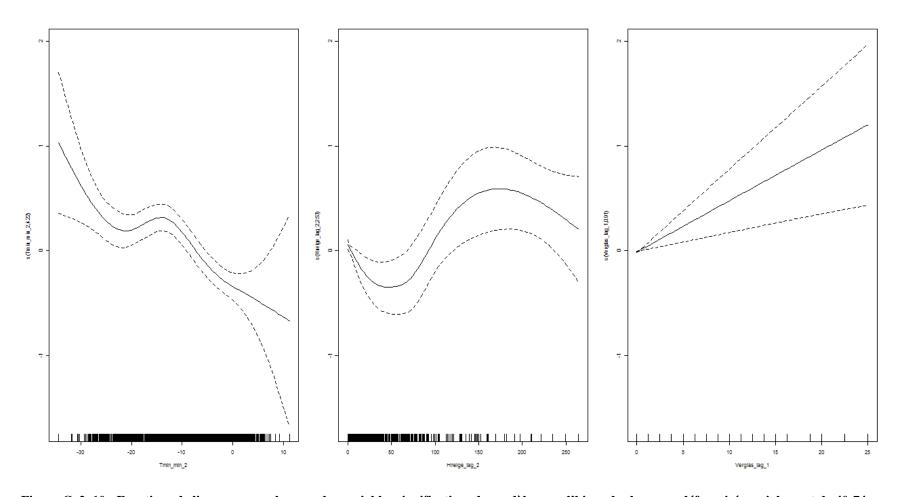


Figure C. 2. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du site Montréal.

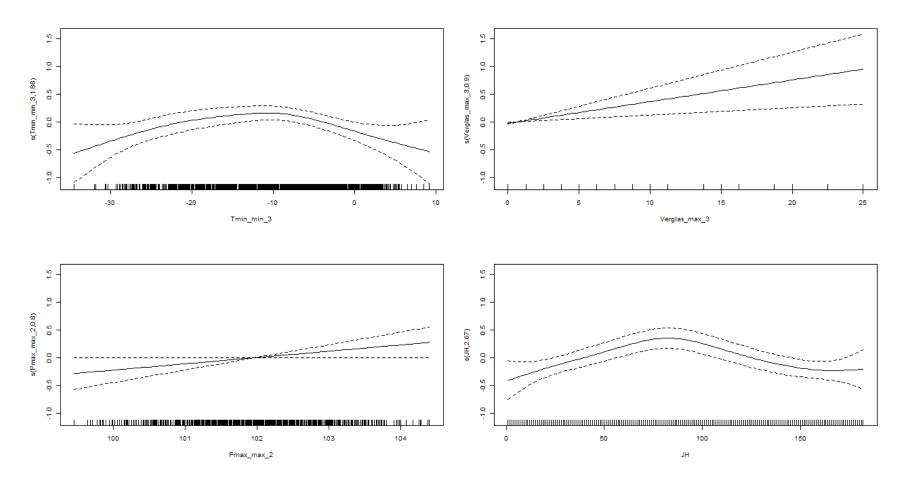


Figure C. 2. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site Montréal.

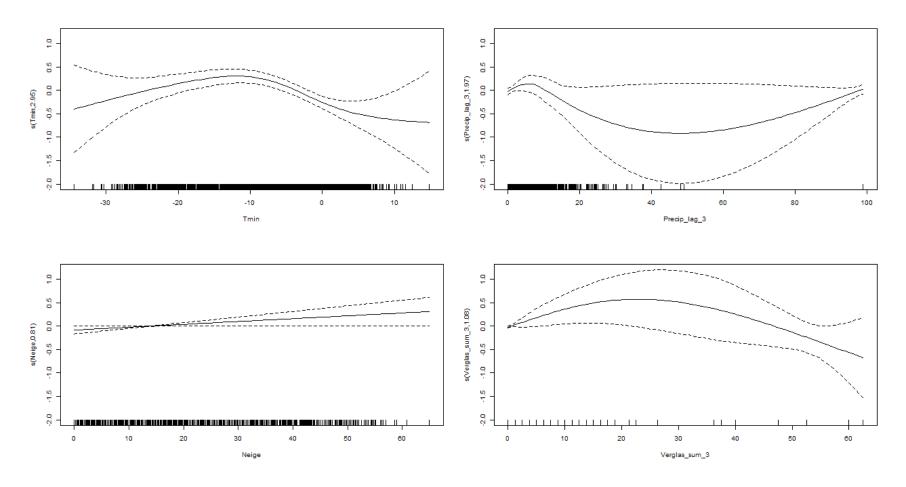


Figure C. 2. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

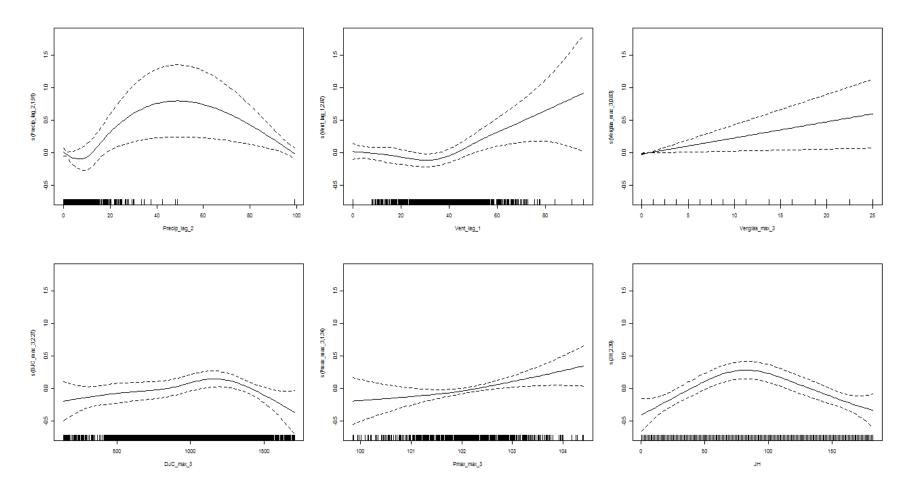


Figure C. 2. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

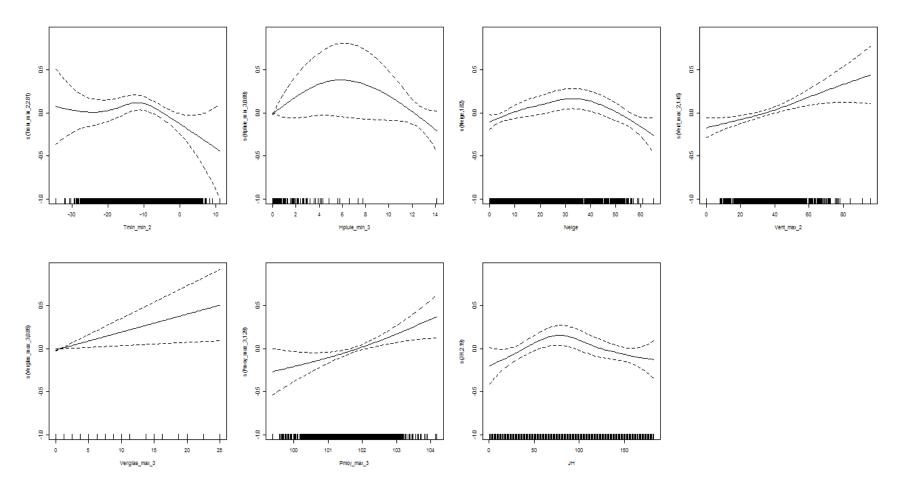


Figure C. 2. 14 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes de 40-74 ans du site Montréal.

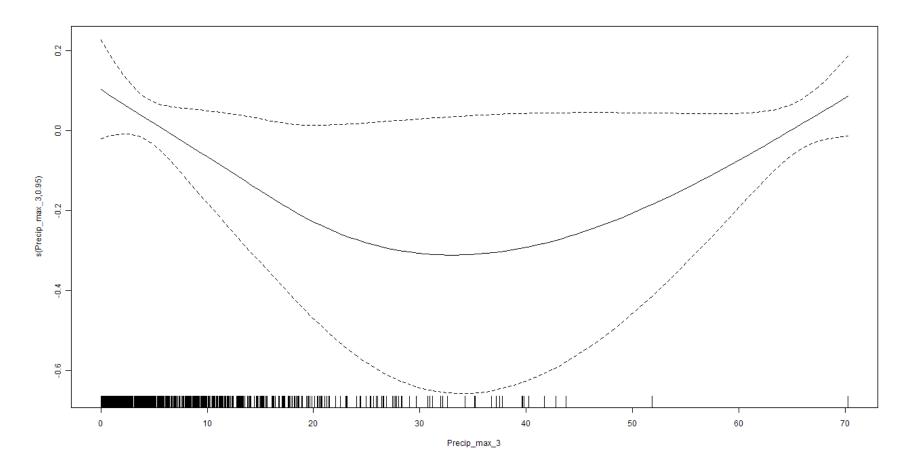


Figure C. 2. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés de 40-74 ans du site Montréal.

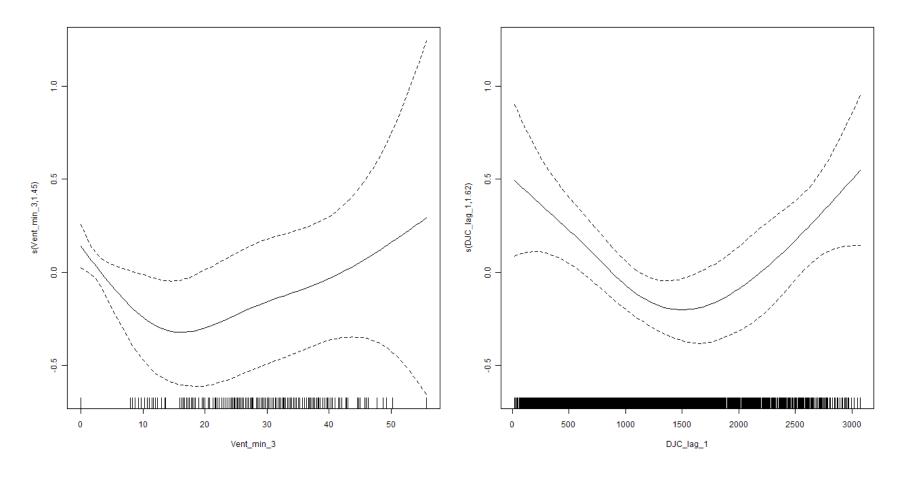


Figure C. 2. 16: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés de 40-74 ans du site Montréal.

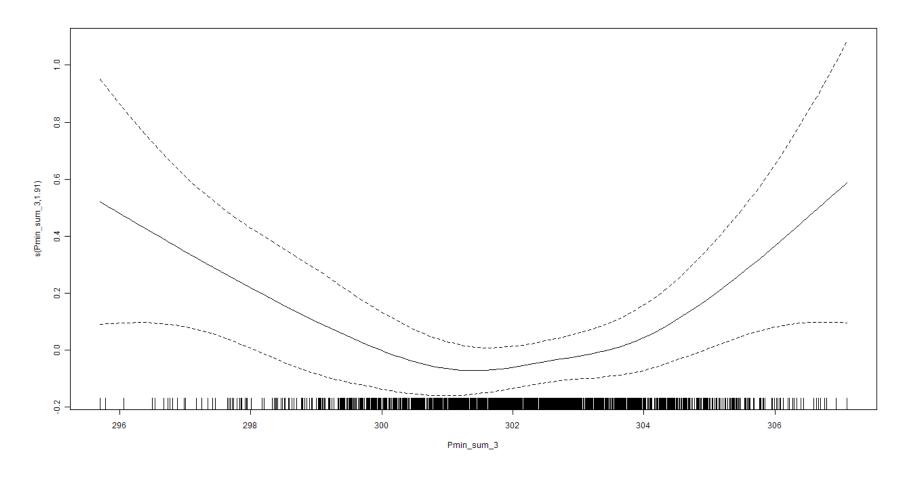


Figure C. 2. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du site Montréal.

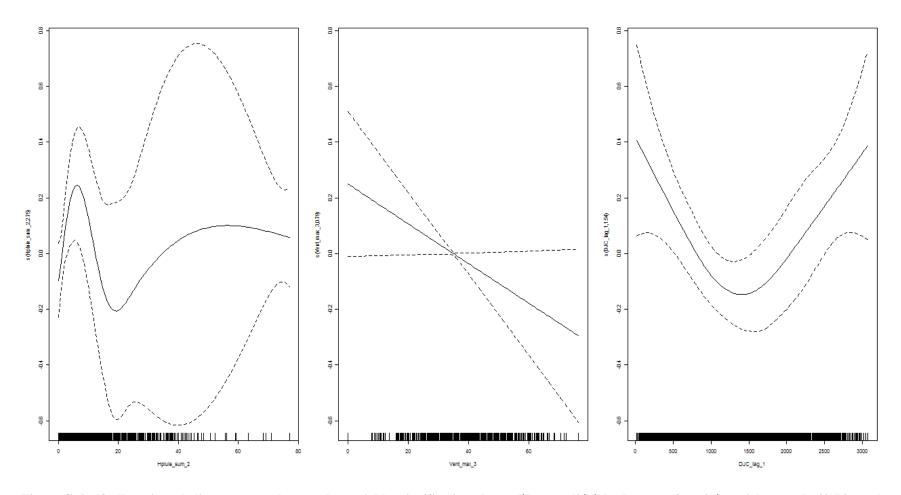


Figure C. 2. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site Montréal.

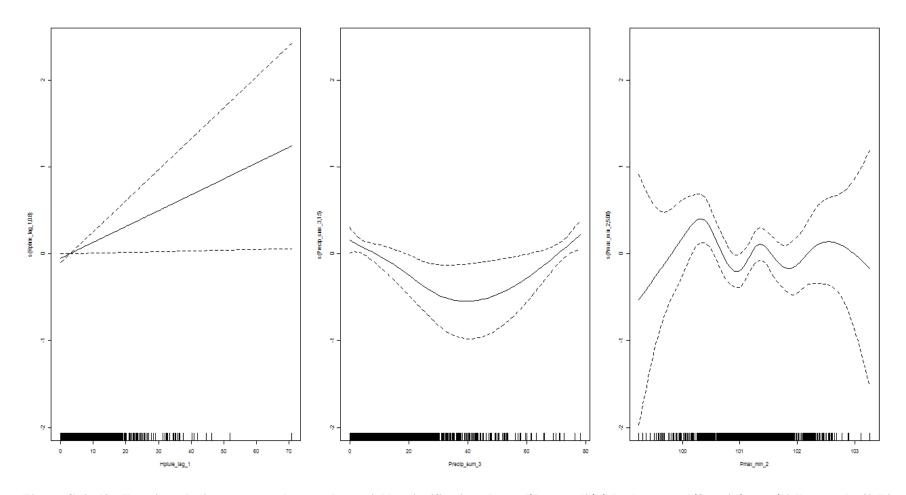


Figure C. 2. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

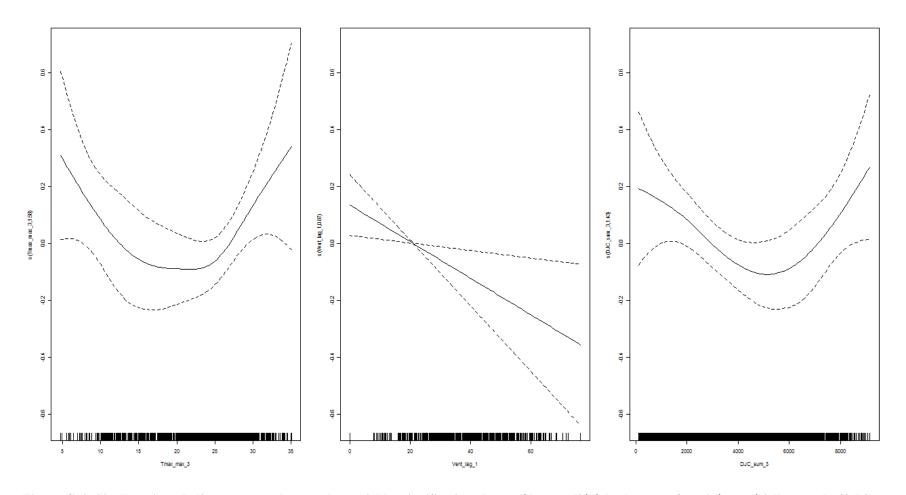


Figure C. 2. 20 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du site Montréal.

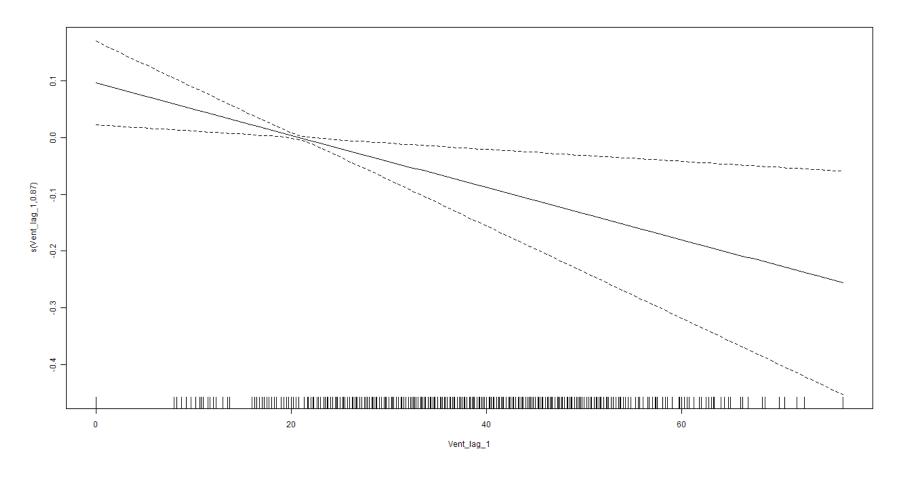


Figure C. 2. 21 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes de 40-74 ans du site Montréal.

## C.3 Femmes de 75 ans et plus au site Montréal

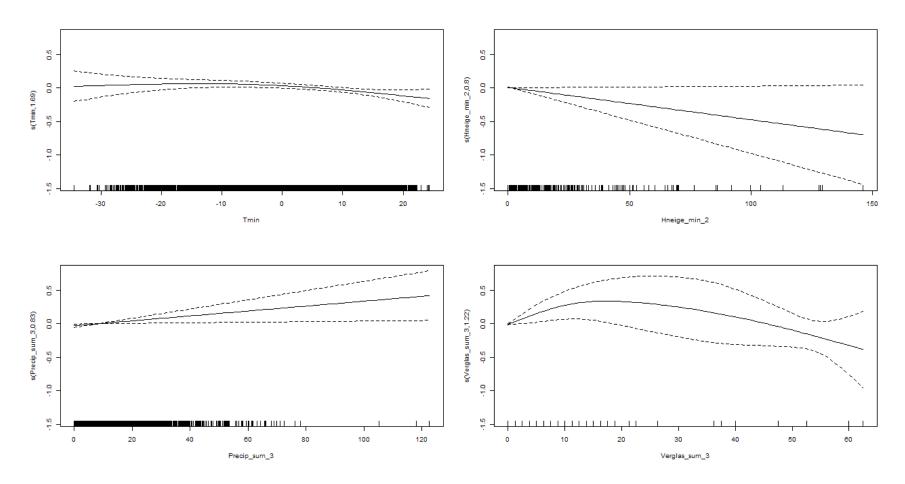


Figure C. 3. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées de 75 ans et plus du site Montréal.

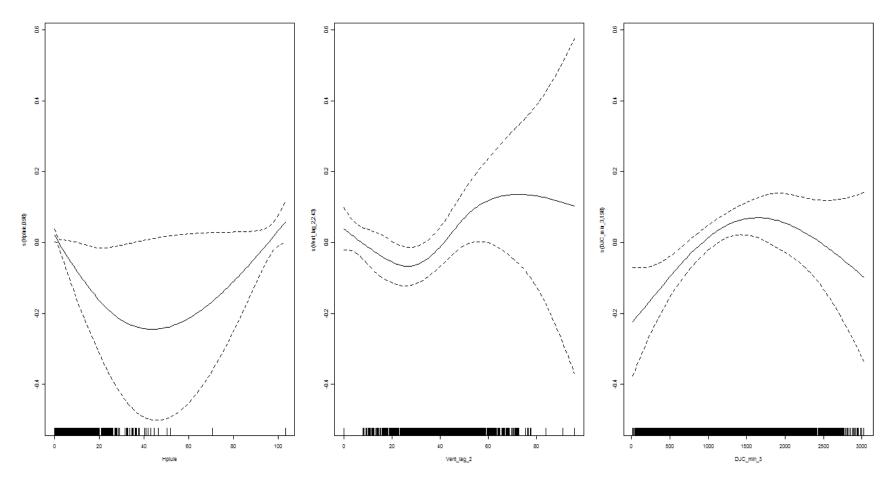


Figure C. 3. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées de 75 ans et plus du site Montréal.

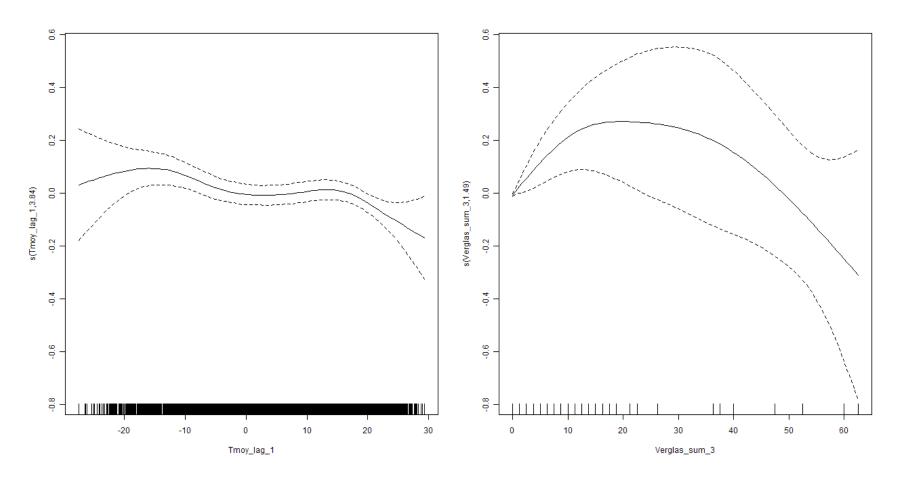


Figure C. 3. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

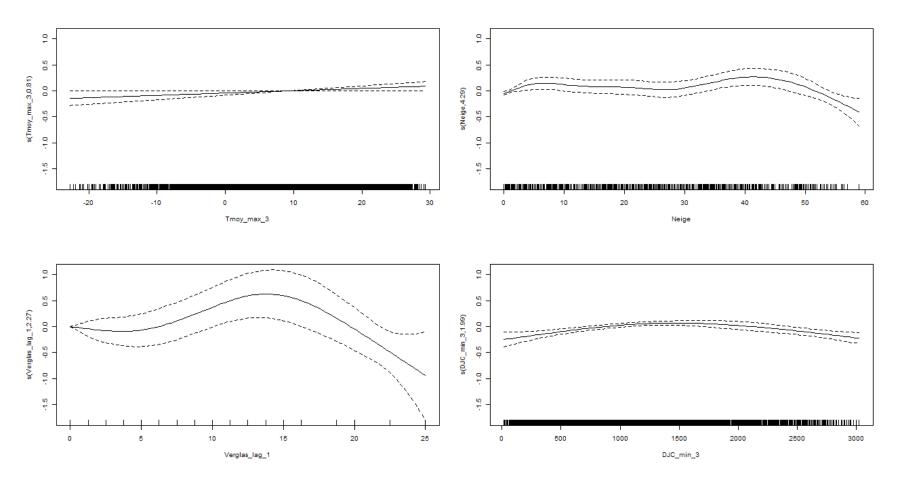


Figure C. 3. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

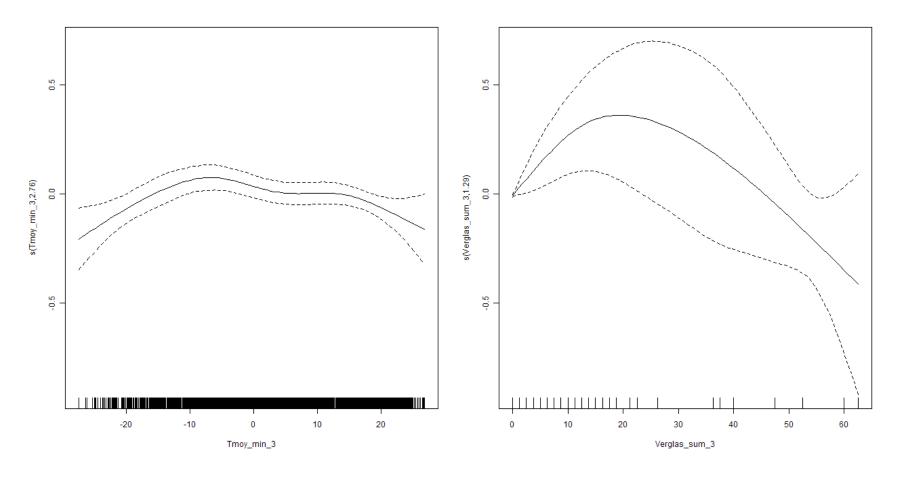


Figure C. 3. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

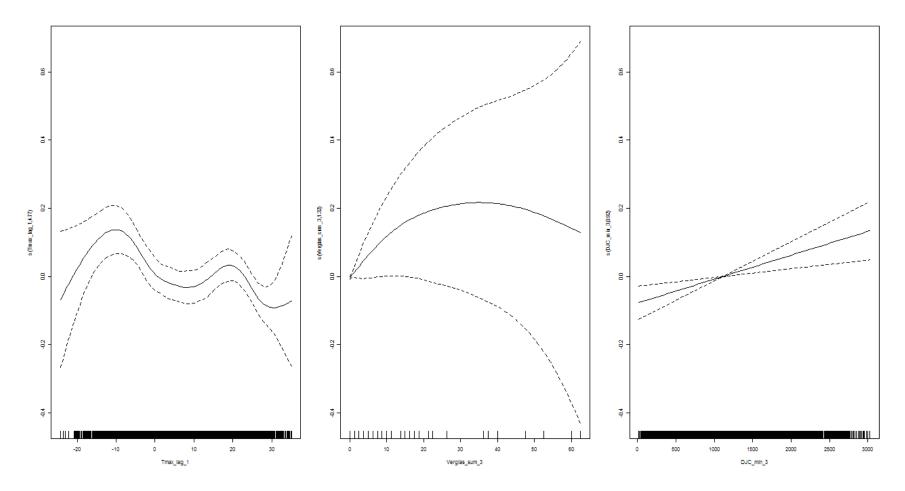


Figure C. 3. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

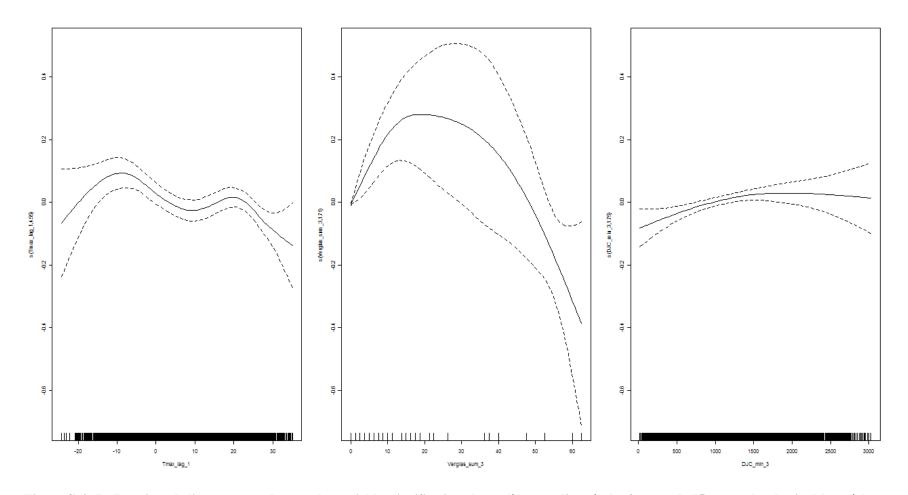


Figure C. 3. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes de 75 ans et plus du site Montréal.

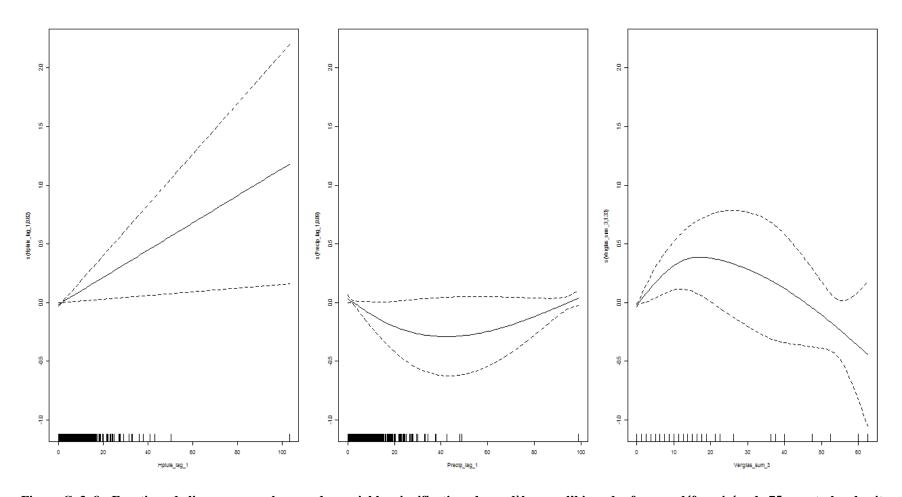


Figure C. 3. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées de 75 ans et plus du site Montréal.

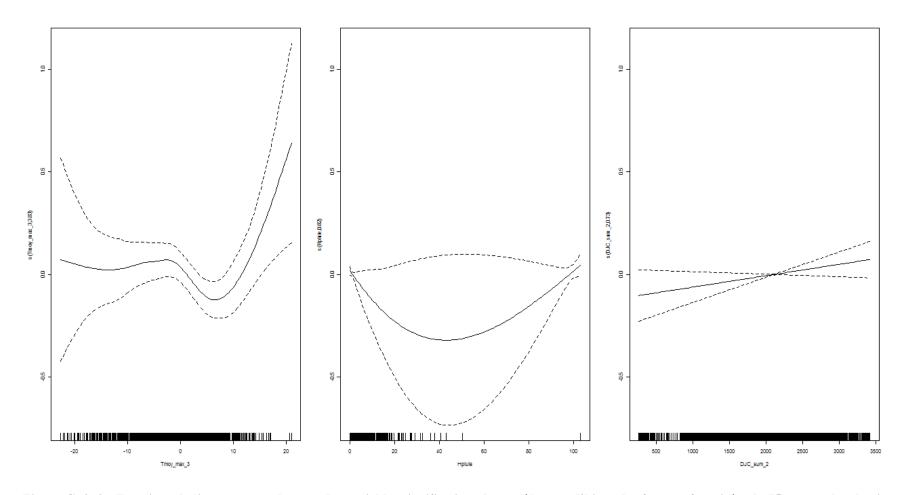


Figure C. 3. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées de 75 ans et plus du site Montréal.

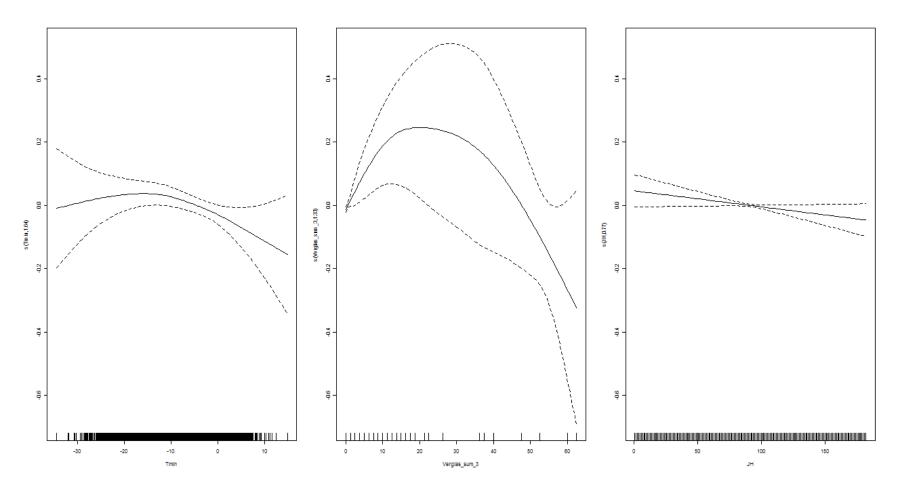


Figure C. 3. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

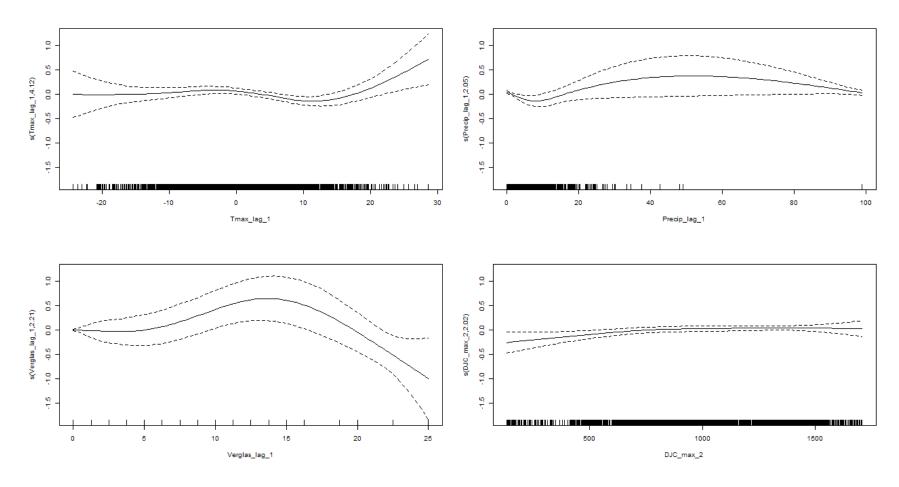


Figure C. 3. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

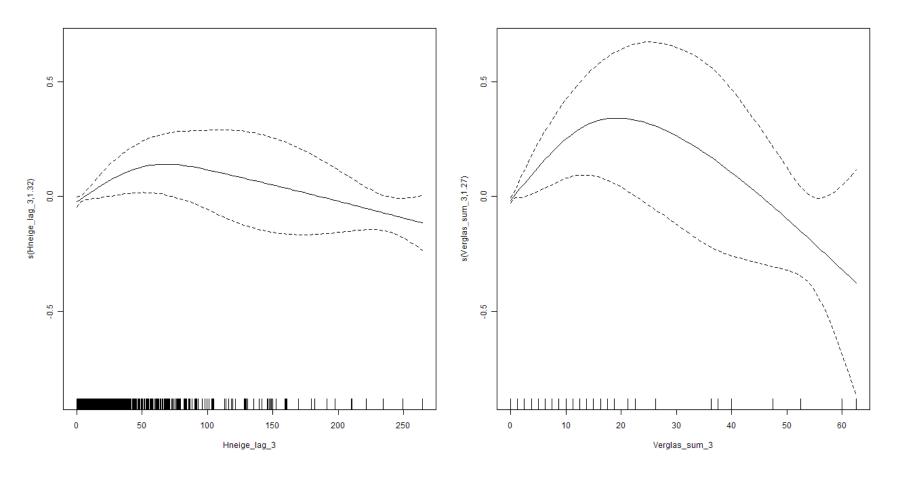


Figure C. 3. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

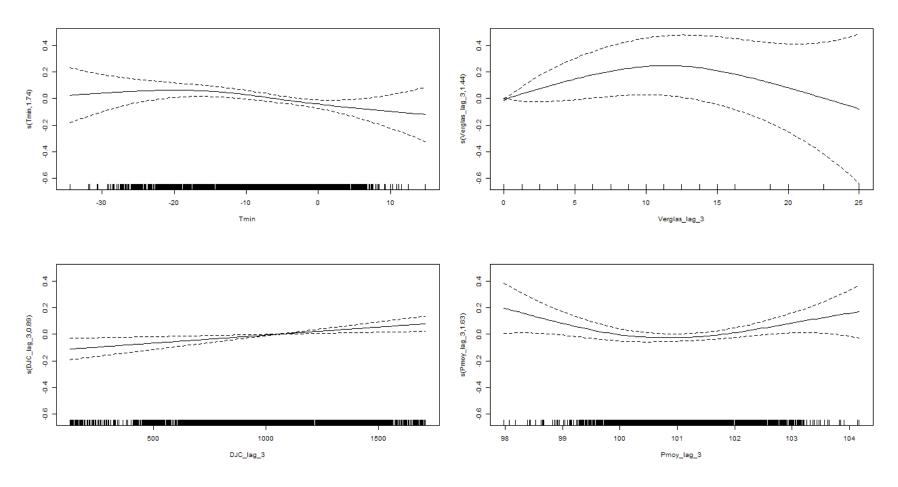


Figure C. 3. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

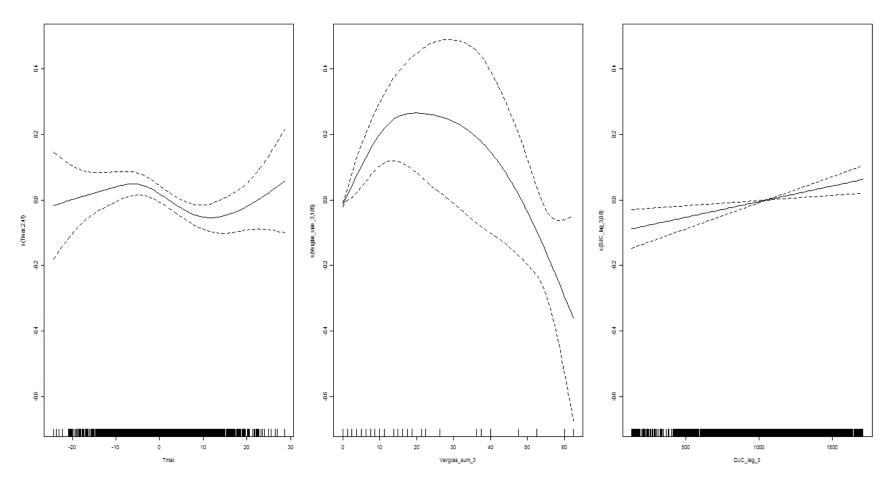


Figure C. 3. 14 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes de 75 ans et plus du site Montréal.

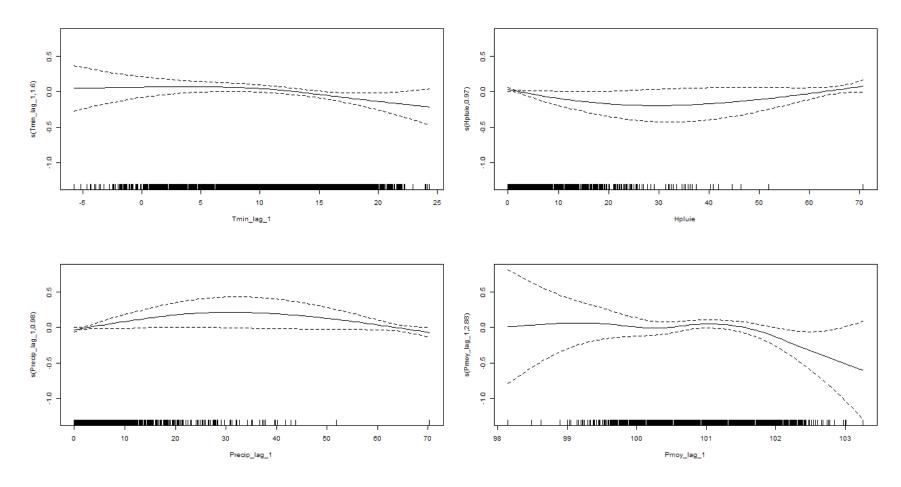


Figure C. 3. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées de 75 ans et plus du site Montréal.

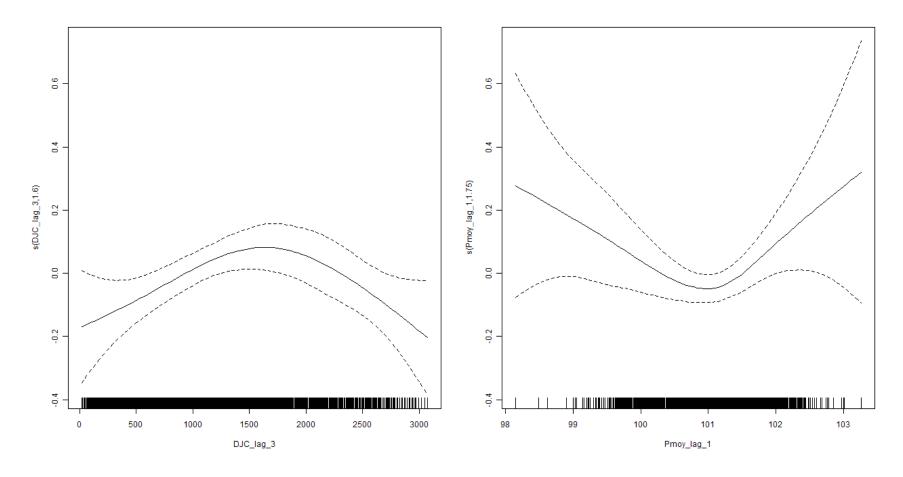


Figure C. 3. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées de 75 ans et plus du site Montréal.

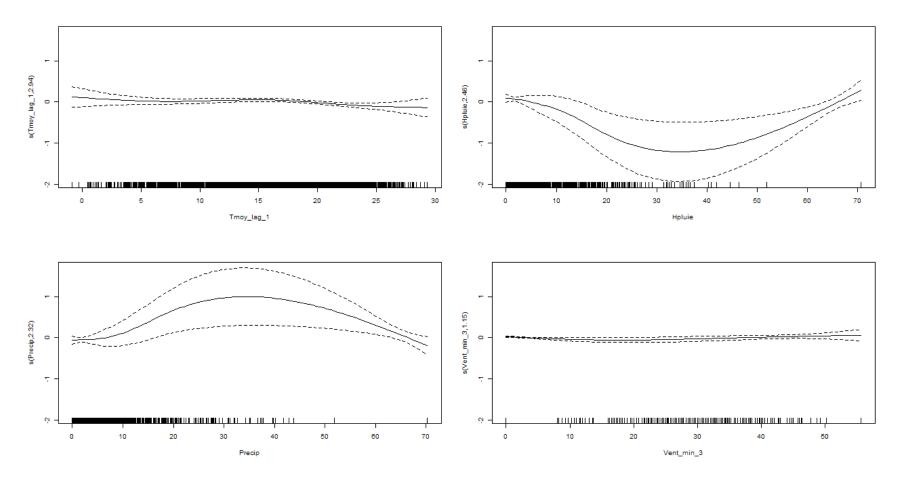


Figure C. 3. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

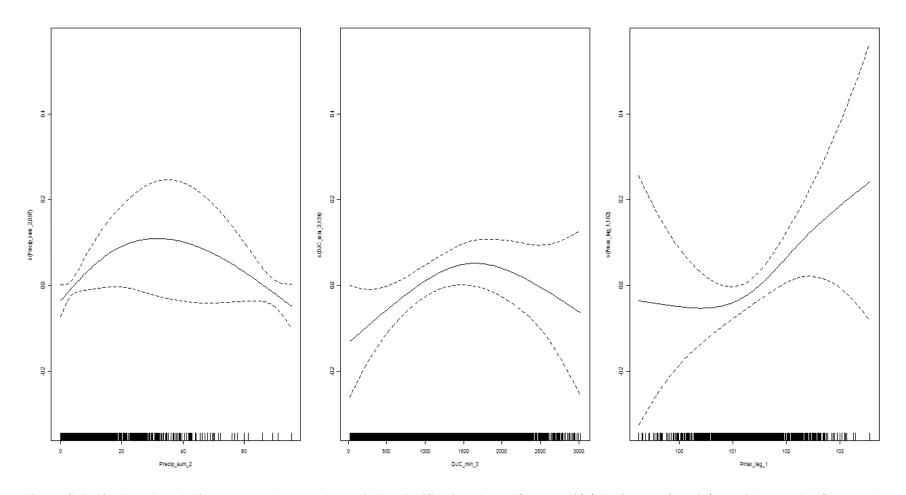


Figure C. 3. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

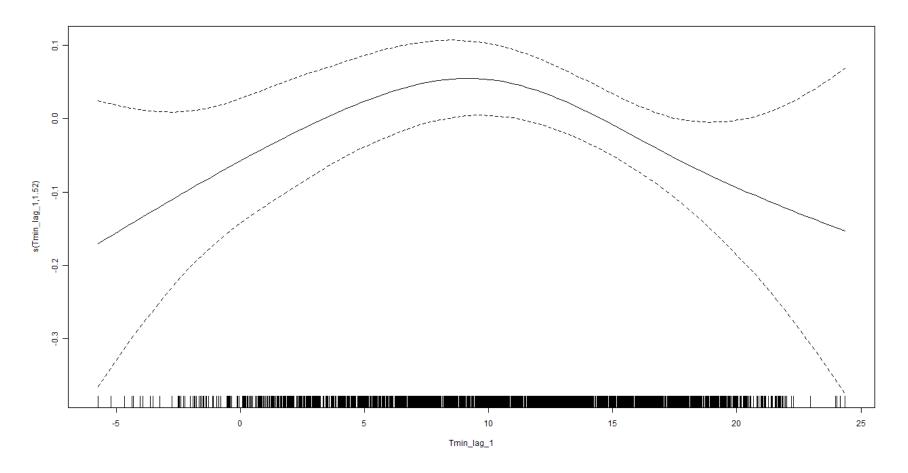


Figure C. 3. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

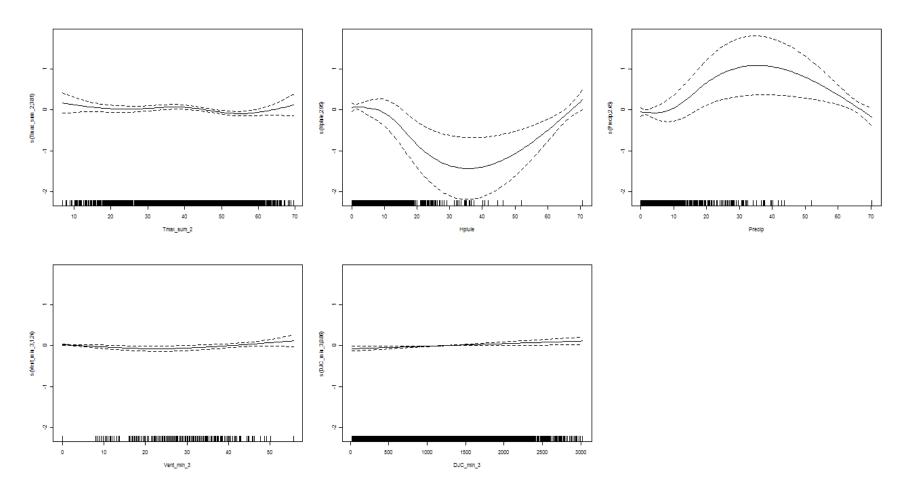


Figure C. 3. 20 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

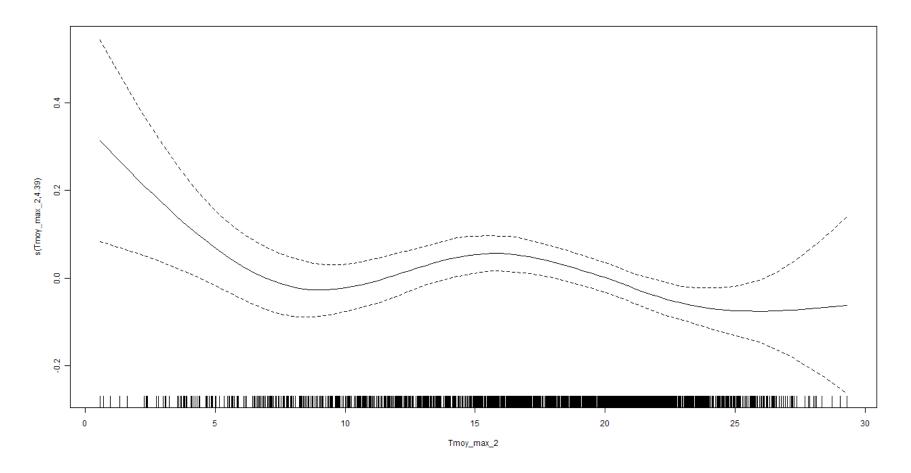


Figure C. 3. 21 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes de 75 ans et plus du site Montréal.

## C.4 Hommes de 75 ans et plus au site Montréal

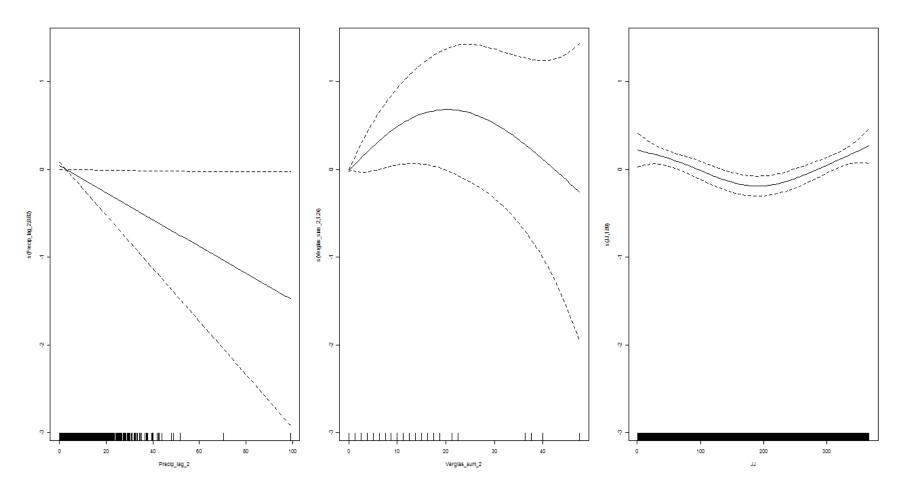


Figure C. 4. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Montréal.

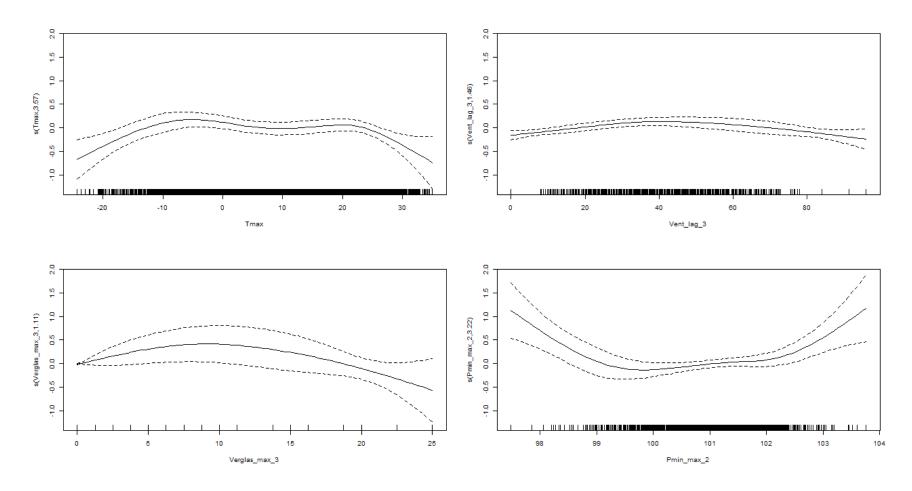


Figure C. 4. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés de 75 ans et plus du site Montréal.

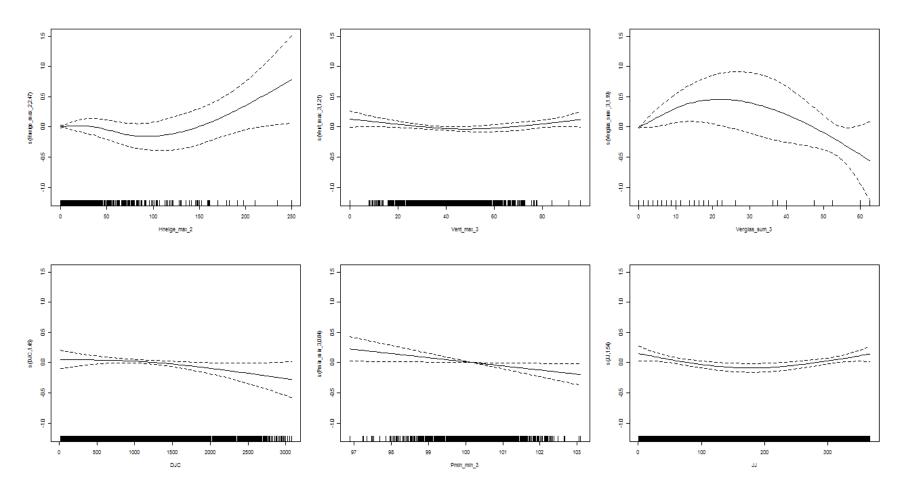


Figure C. 4. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

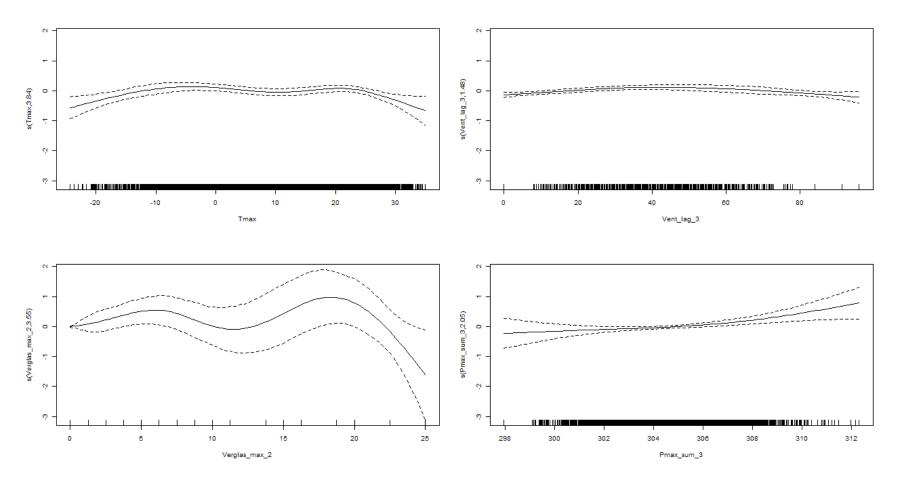


Figure C. 4. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

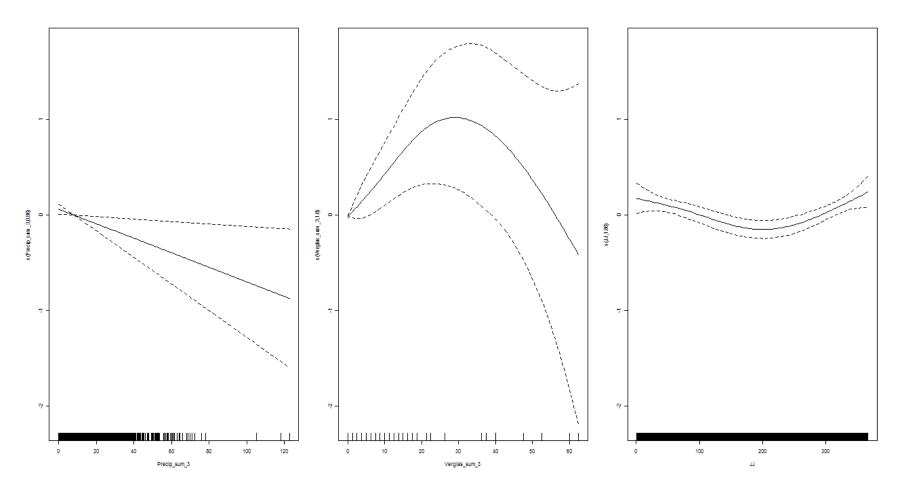


Figure C. 4. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

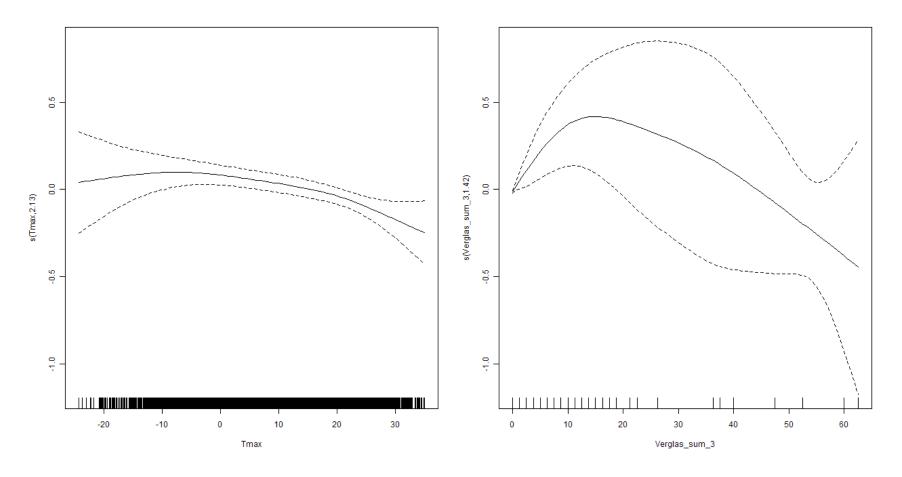


Figure C. 4. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

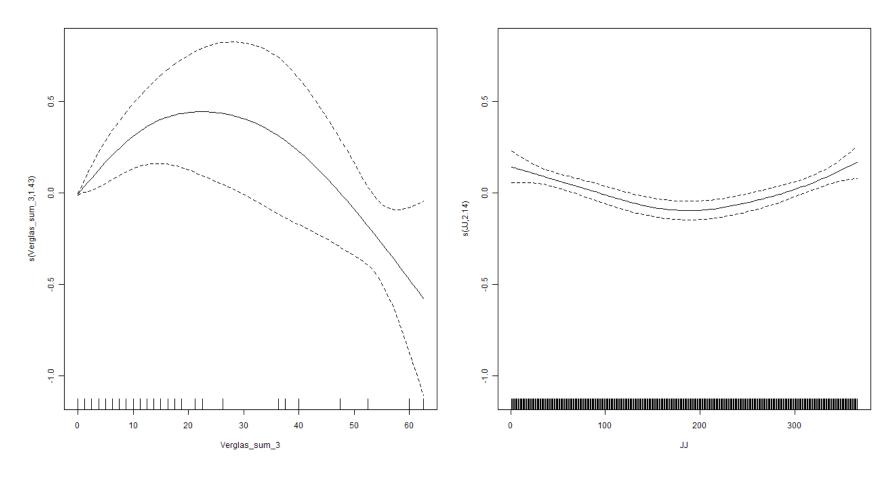


Figure C. 4. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes de 75 ans et plus du site Montréal.

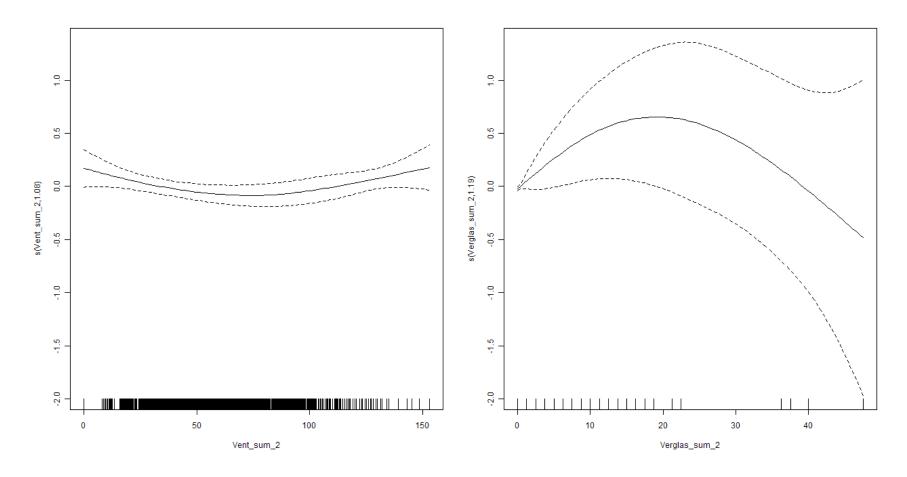


Figure C. 4. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Montréal.

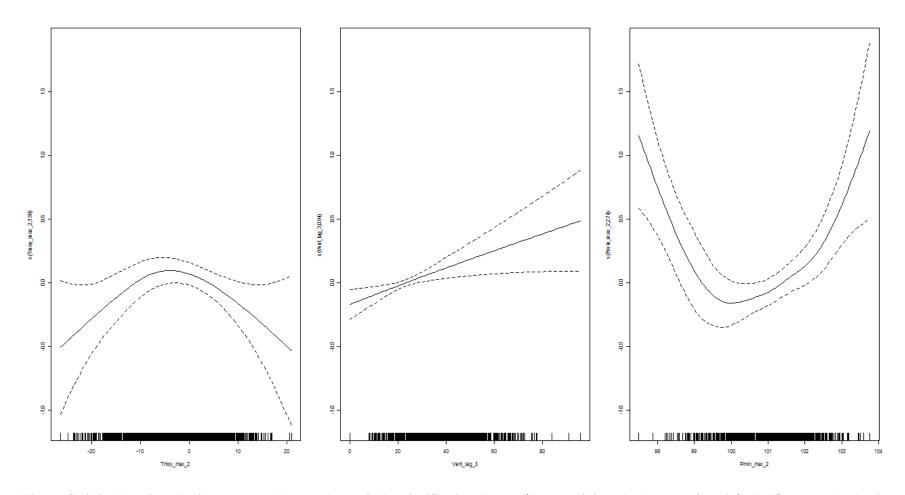


Figure C. 4. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés de 75 ans et plus du site Montréal.

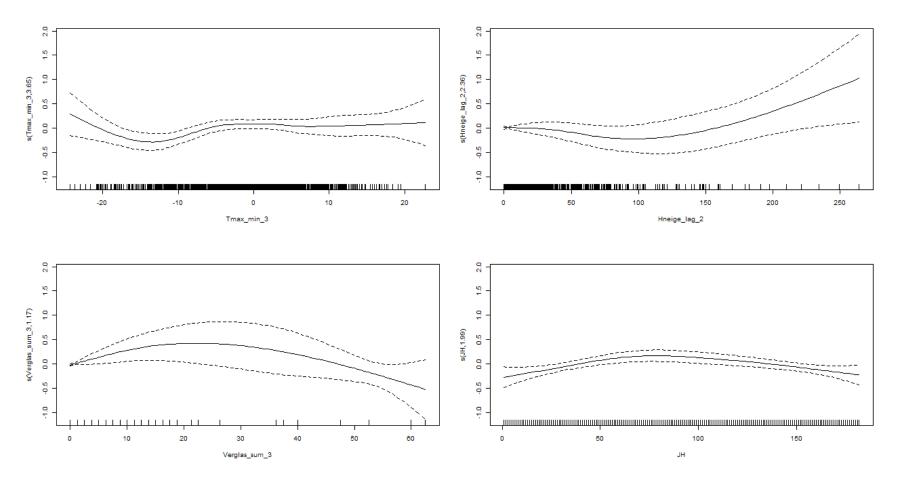


Figure C. 4. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

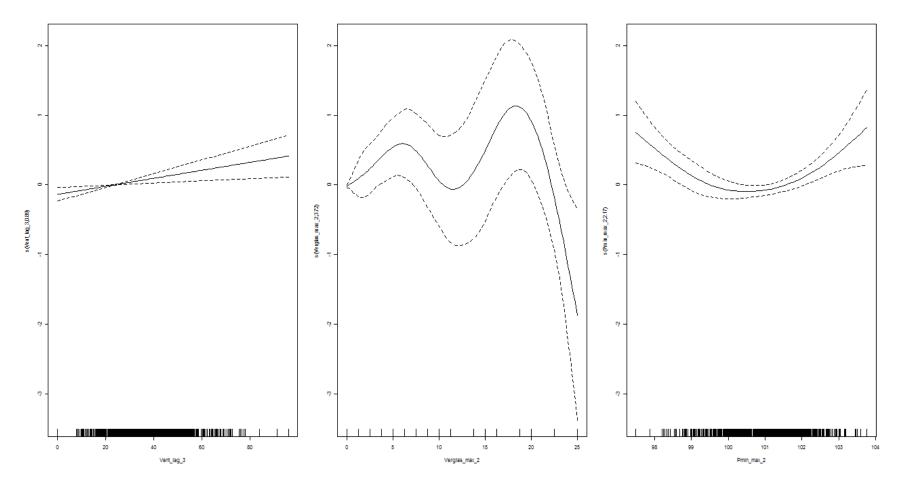


Figure C. 4. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

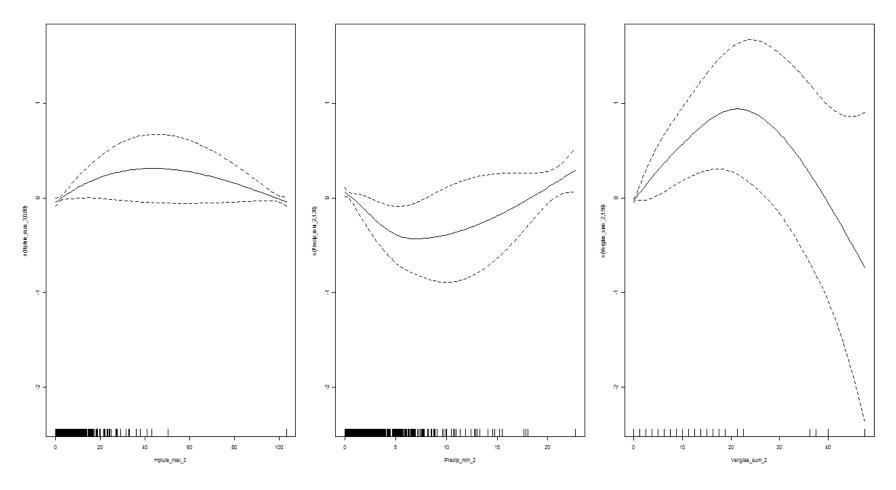


Figure C. 4. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

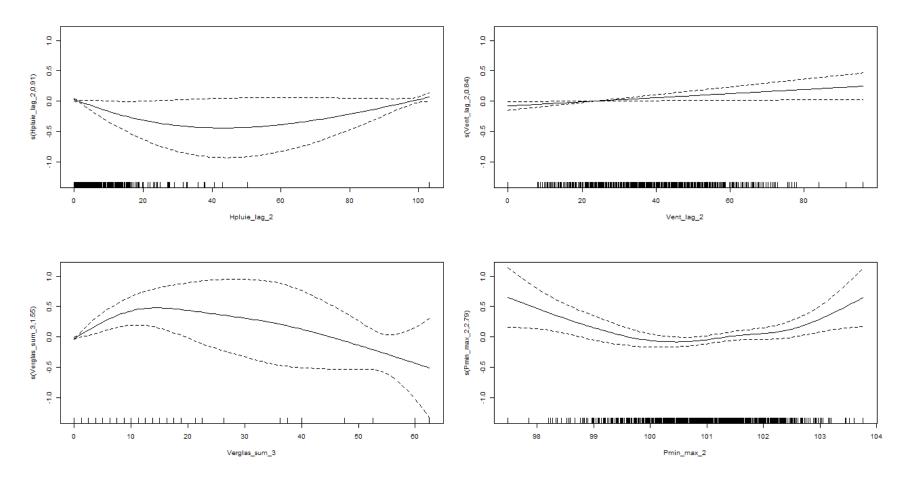


Figure C. 4. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

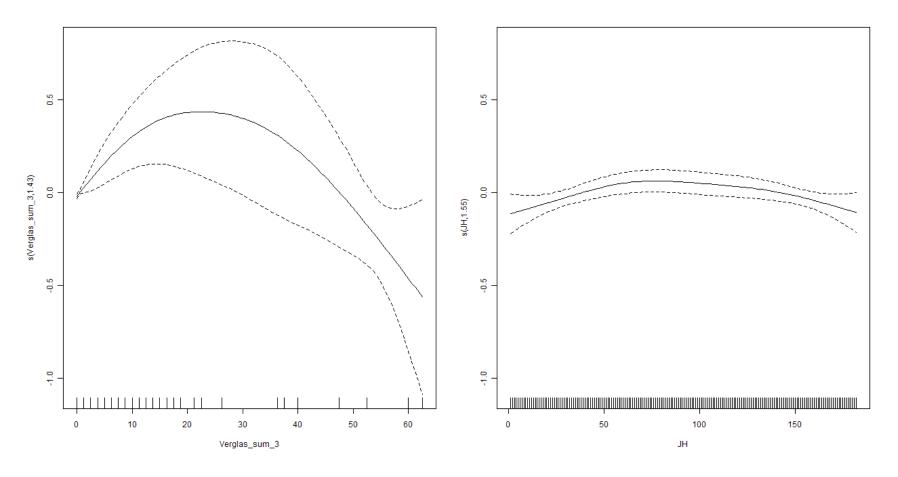


Figure C. 4. 14 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes de 75 ans et plus du site Montréal.

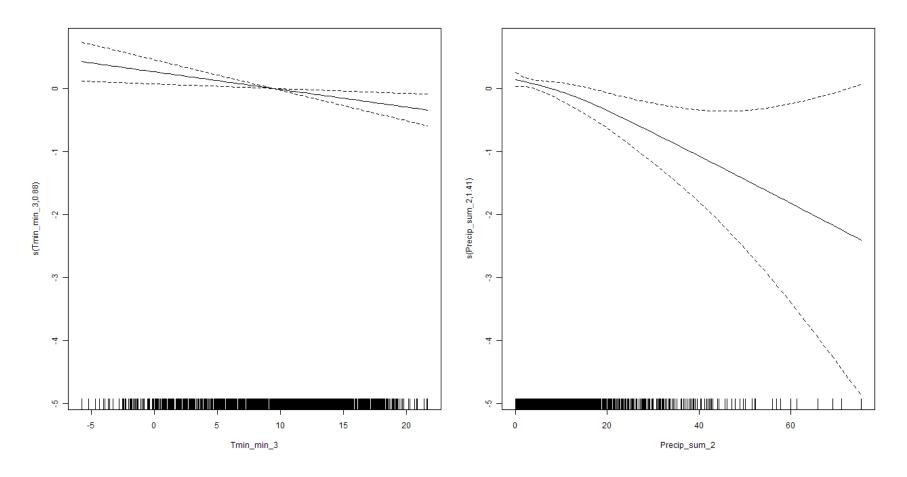


Figure C. 4. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Montréal.

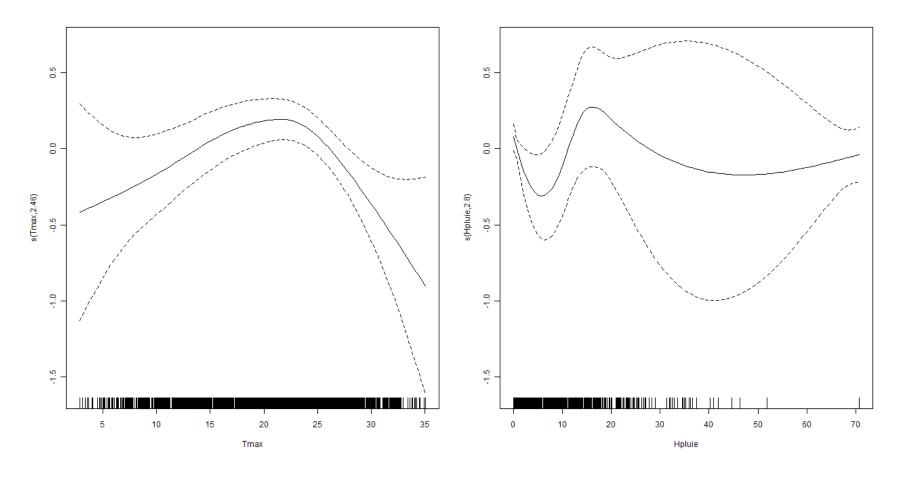


Figure C. 4. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés de 75 ans et plus du site Montréal.

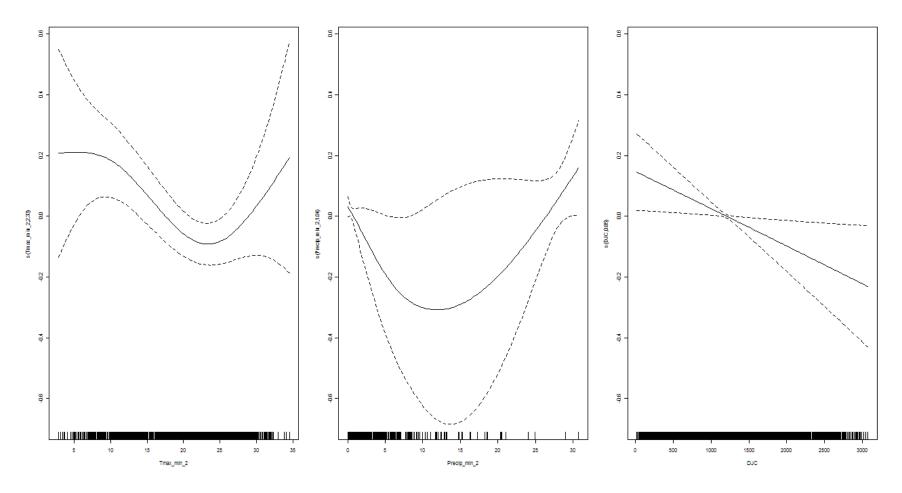


Figure C. 4. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

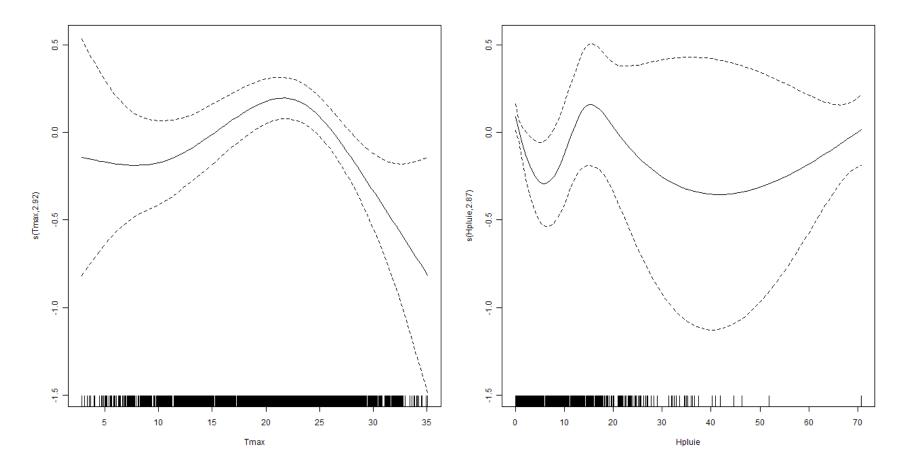


Figure C. 4. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site Montréal.

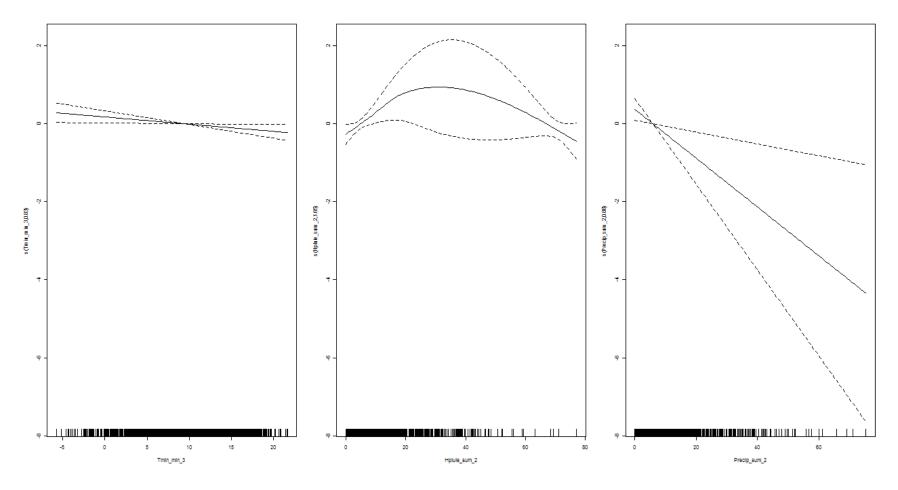


Figure C. 4. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

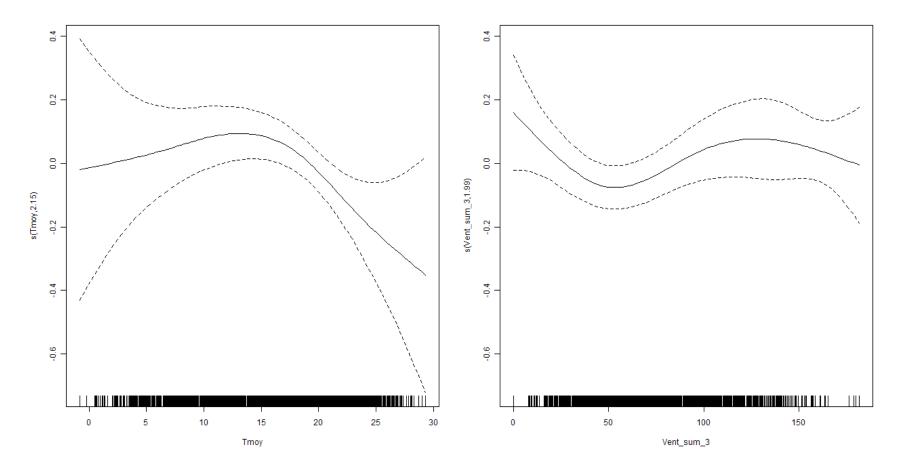


Figure C. 4. 20 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du site Montréal.

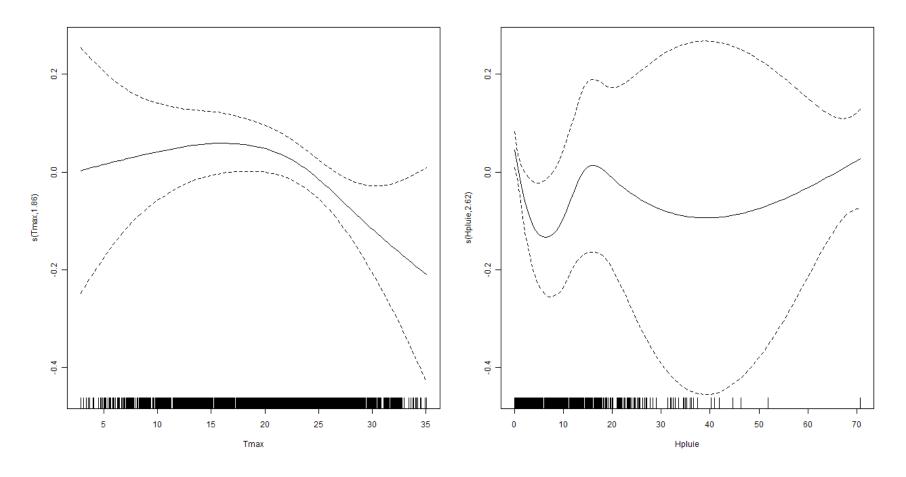


Figure C. 4. 21 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes de 75 ans et plus du site Montréal.

## C.5 Femmes de 40-74 ans au site Québec

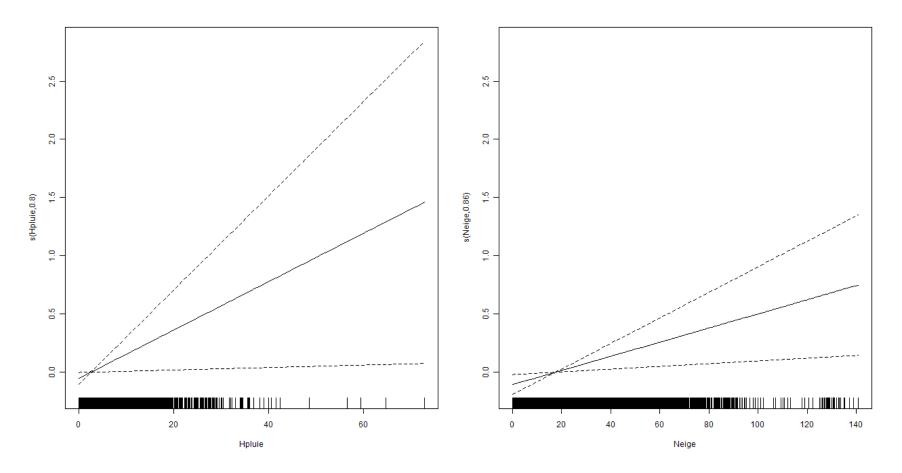


Figure C. 5. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées de 40-74 ans du site Québec.

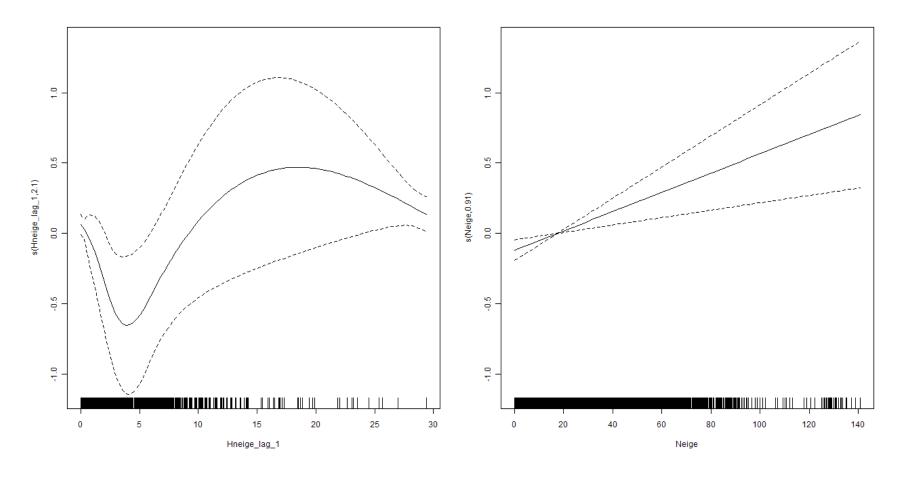


Figure C. 5. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées de 40-74 ans du site Québec.

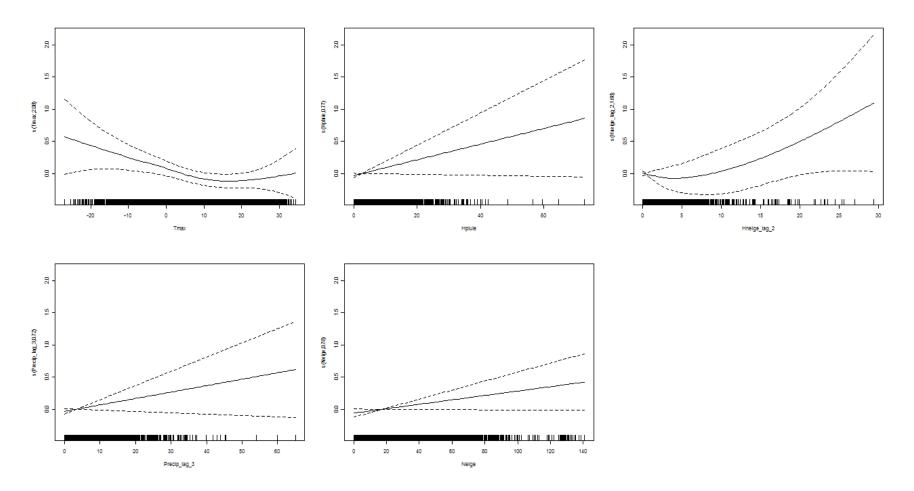


Figure C. 5. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site Québec.

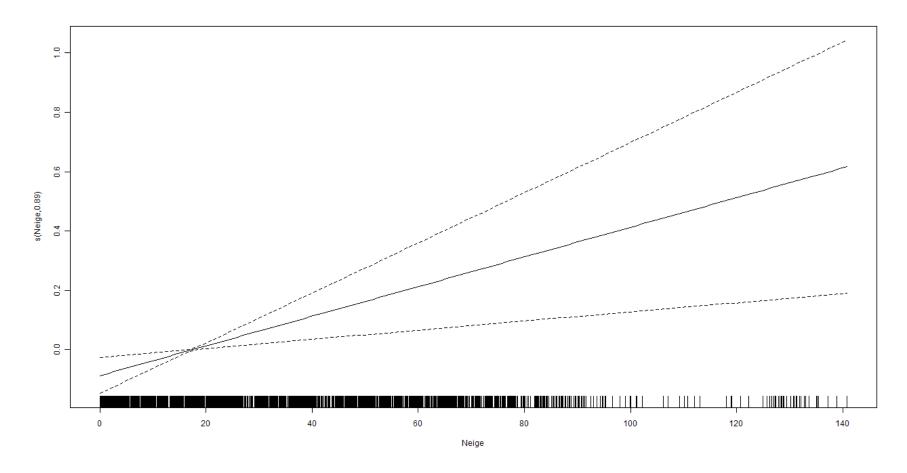


Figure C. 5. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site Québec.

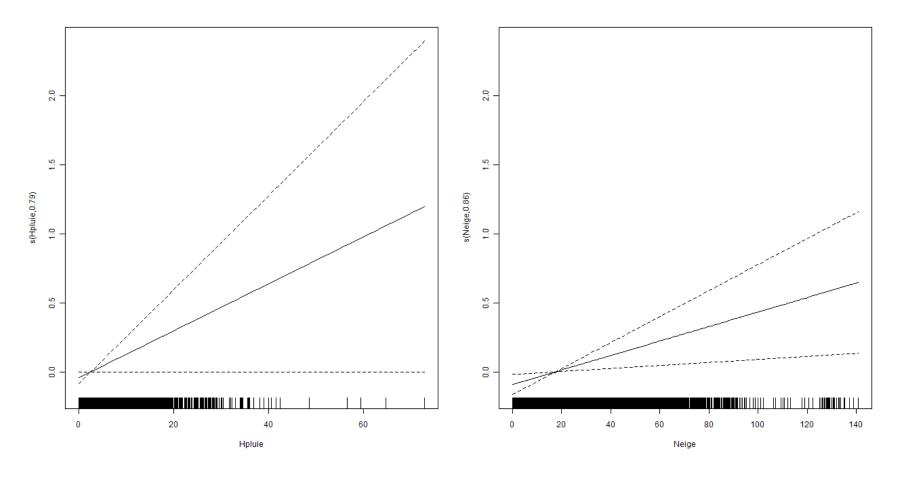


Figure C. 5. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans du site Québec.

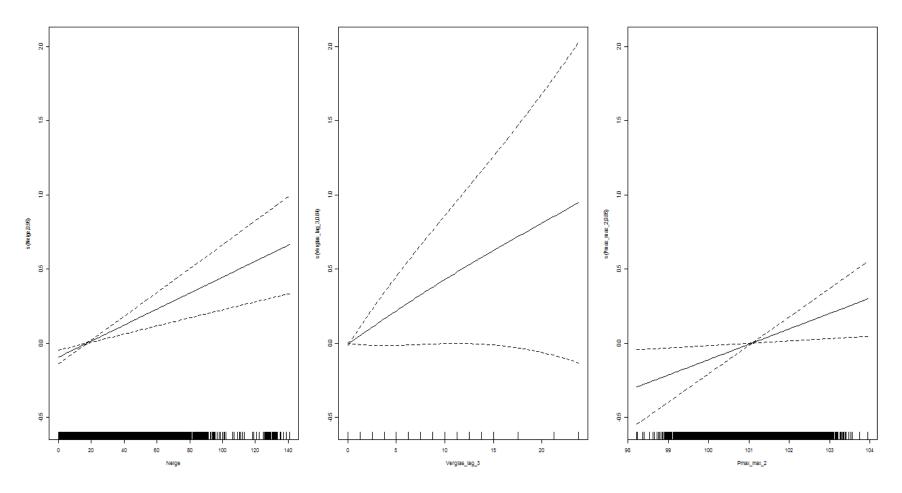


Figure C. 5. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du site Québec.

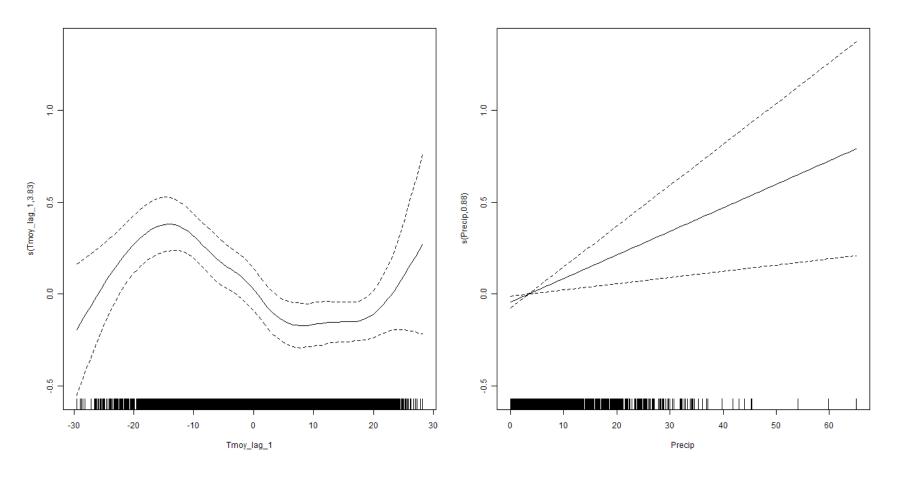


Figure C. 5. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes de 40-74 ans du site Québec.

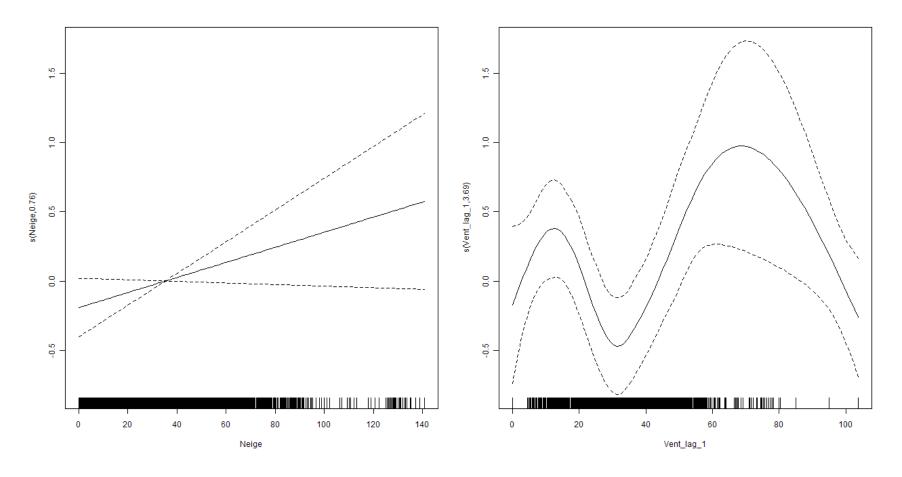


Figure C. 5. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées de 40-74 ans du site Québec.

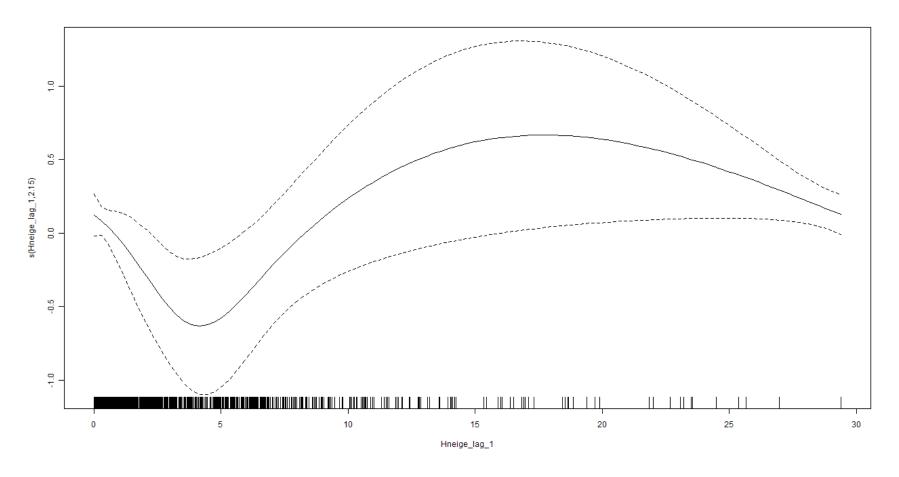


Figure C. 5. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées de 40-74 ans du site Québec.

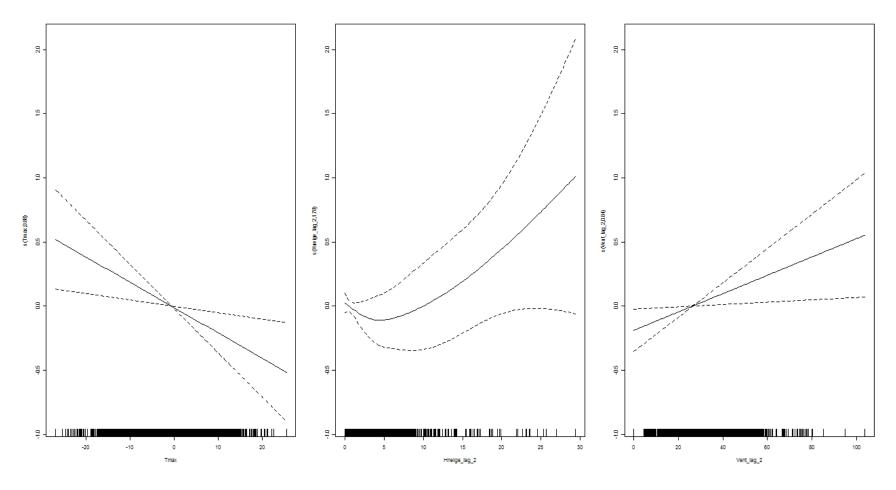


Figure C. 5. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site Québec.

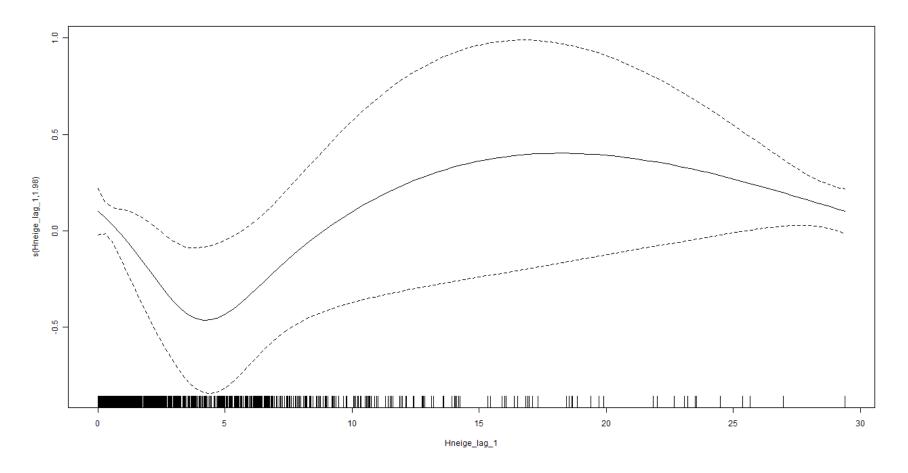
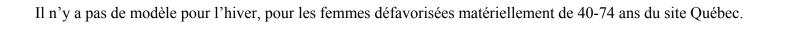


Figure C. 5. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site Québec.



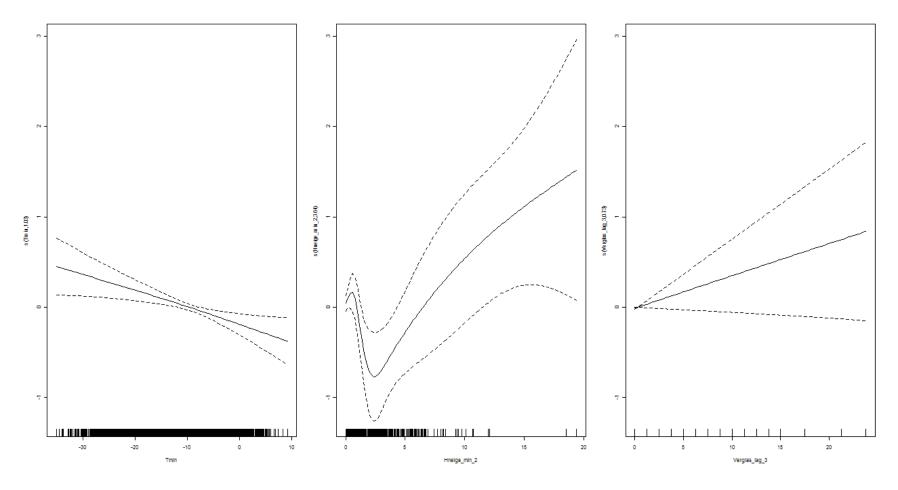


Figure C. 5. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du site Québec.

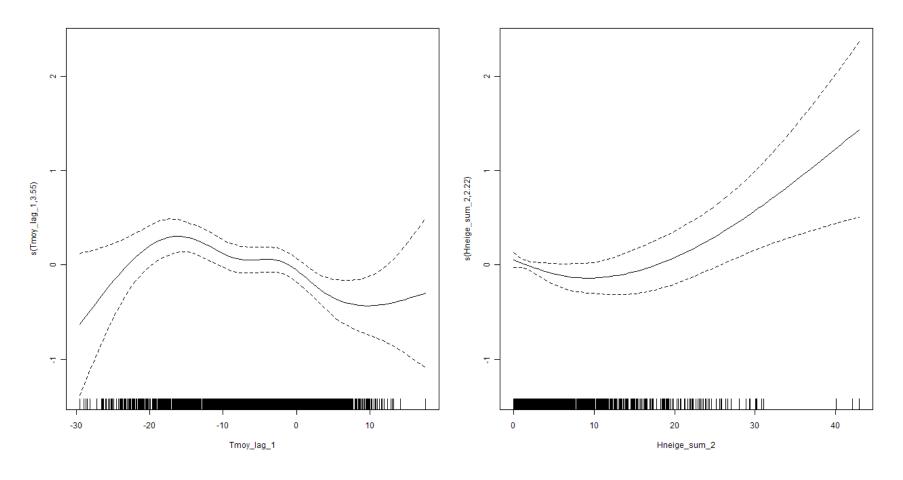


Figure C. 5. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes de 40-74 ans du site Québec.

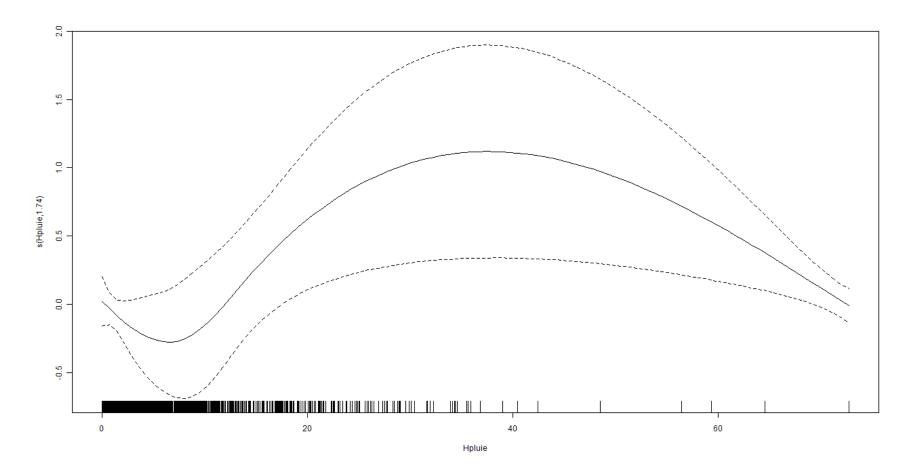


Figure C. 5. 14 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées de 40-74 ans du site Québec.

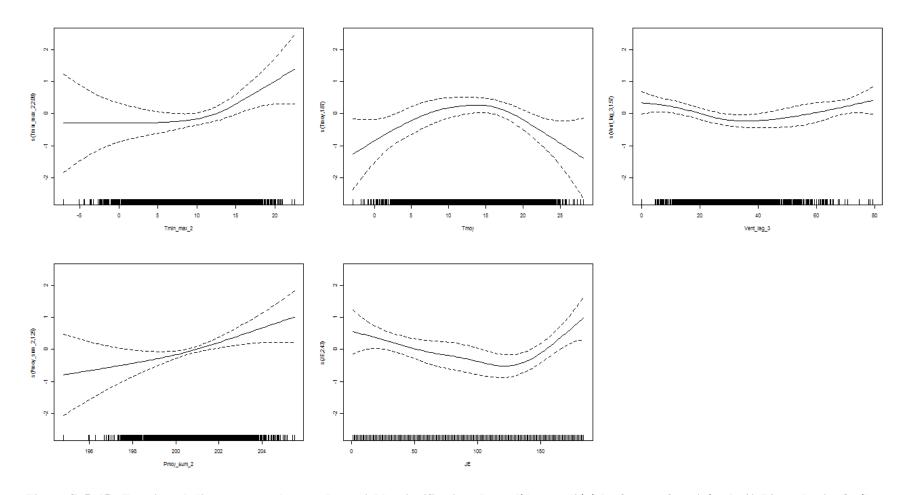


Figure C. 5. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées de 40-74 ans du site Québec.

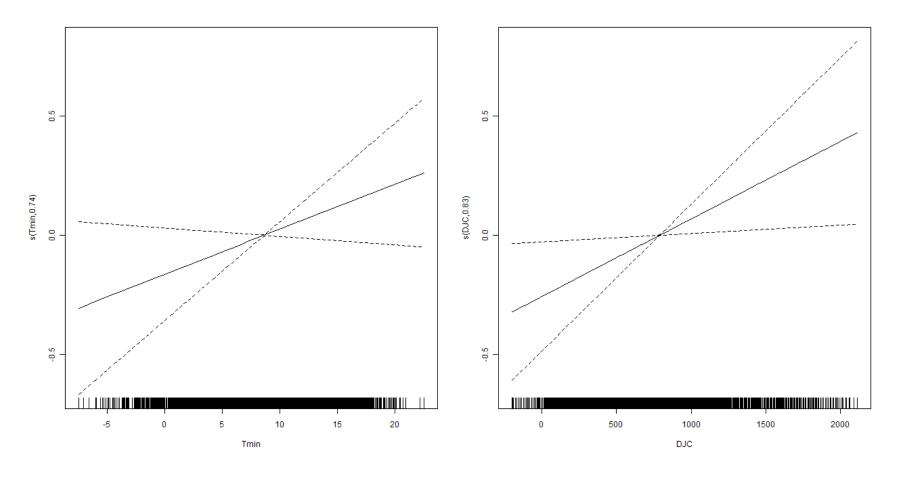


Figure C. 5. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées socialement de 40-74 ans du site Québec.

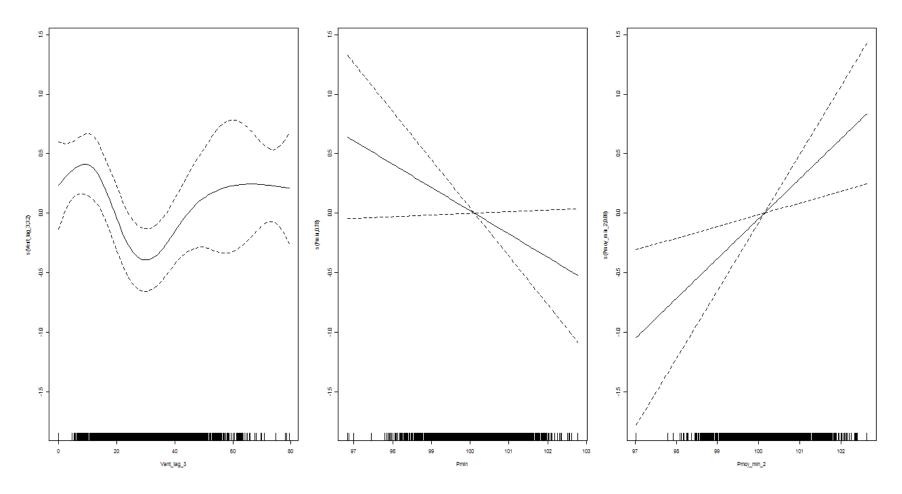


Figure C. 5. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées socialement de 40-74 ans du site Québec.

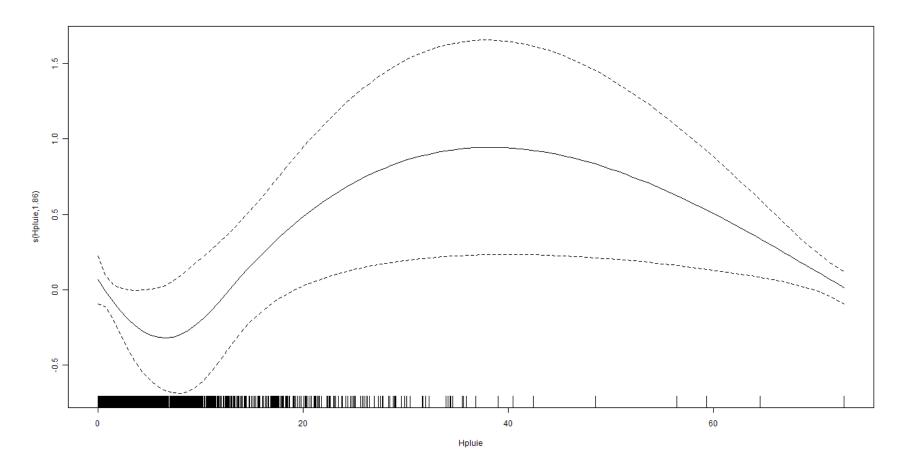


Figure C. 5. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées matériellement de 40-74 ans du site Québec.

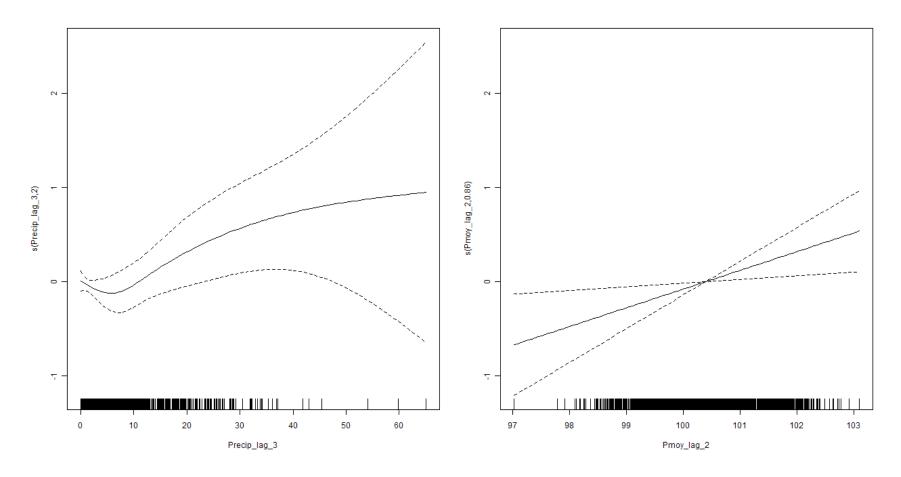


Figure C. 5. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées matériellement de 40-74 ans du site Québec.

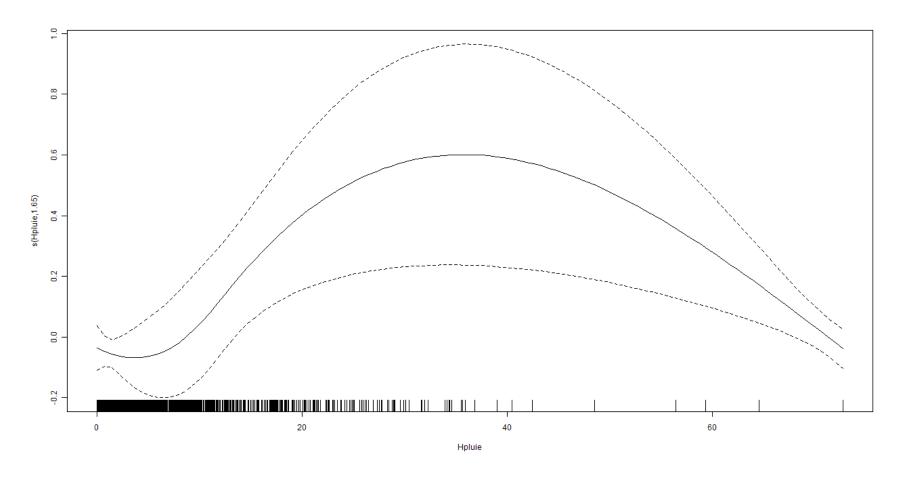


Figure C. 5. 20 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes de 40-74 ans du site Québec.

## C.6 Hommes de 40-74 ans au site Québec

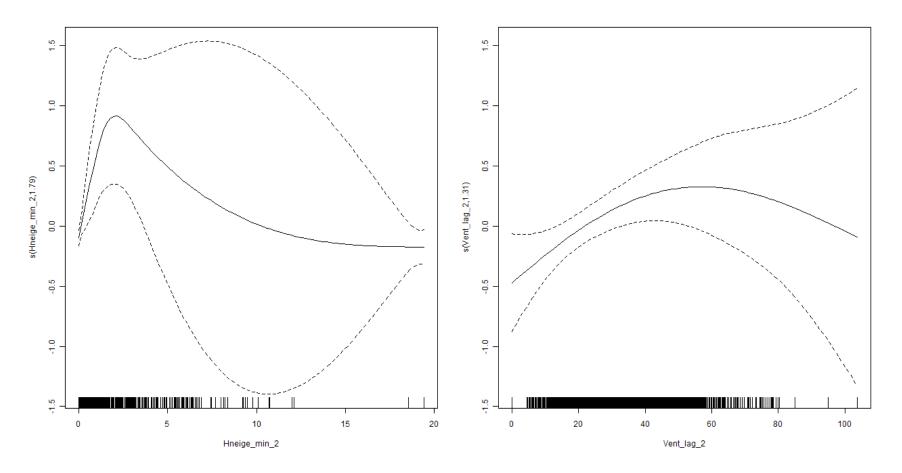


Figure C. 6. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés de 40-74 ans du site Québec.

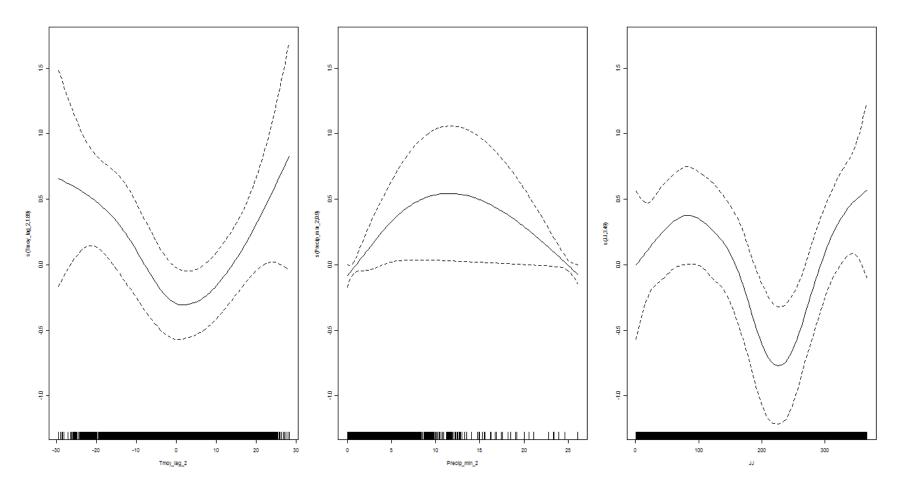


Figure C. 6. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés de 40-74 ans du site Québec.

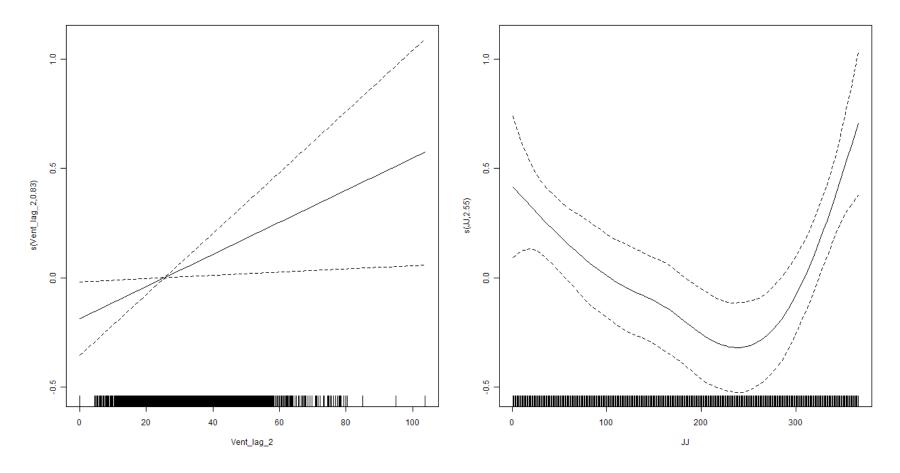


Figure C. 6. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du site Québec.

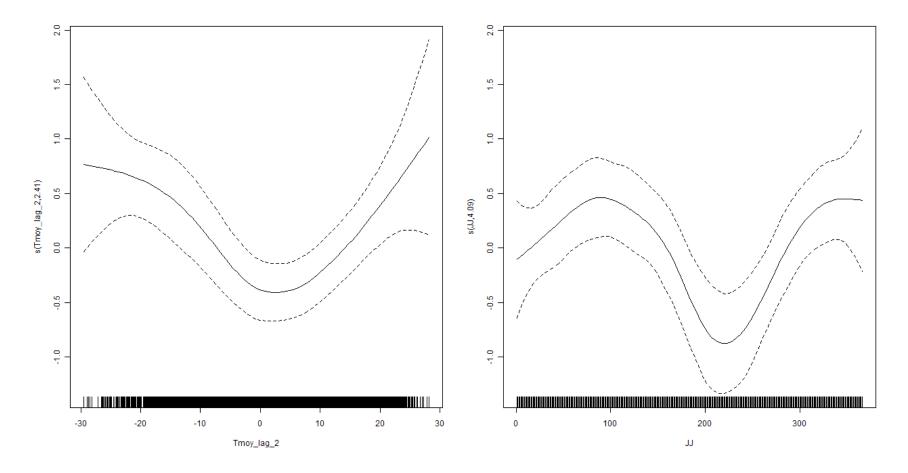


Figure C. 6. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site Québec.

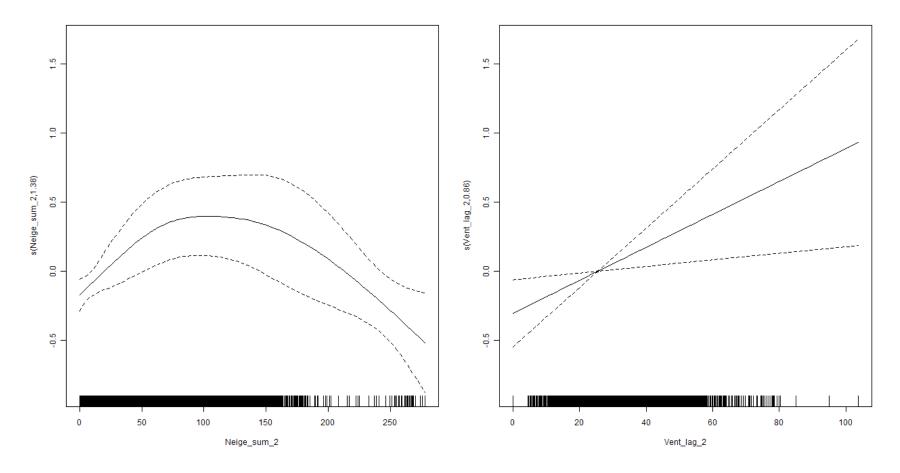


Figure C. 6. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du site Québec.

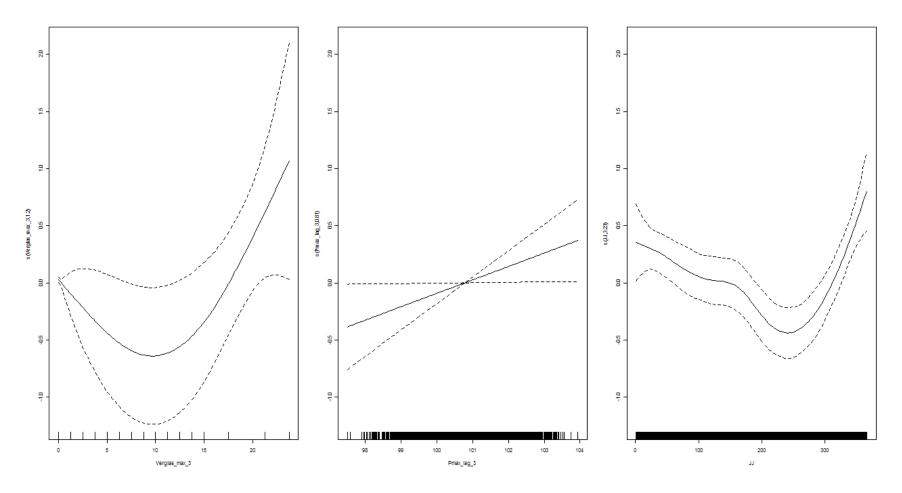


Figure C. 6. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du site Québec.

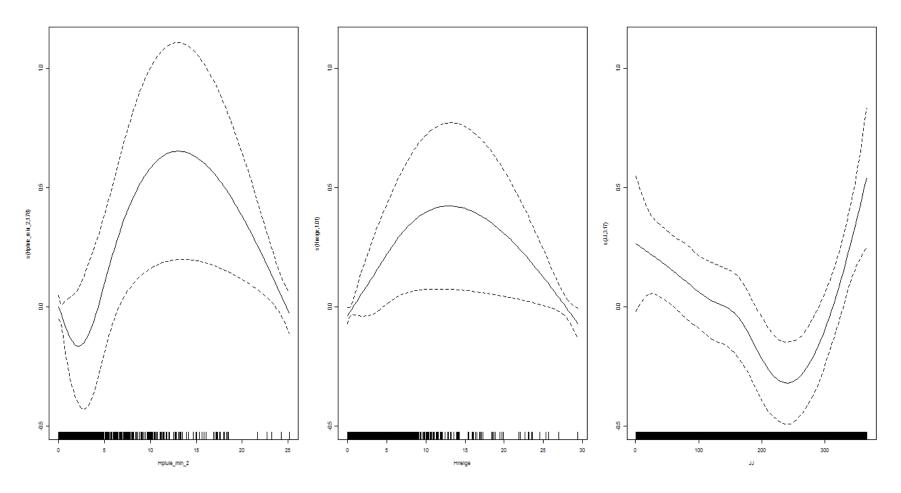


Figure C. 6. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes de 40-74 ans du site Québec.

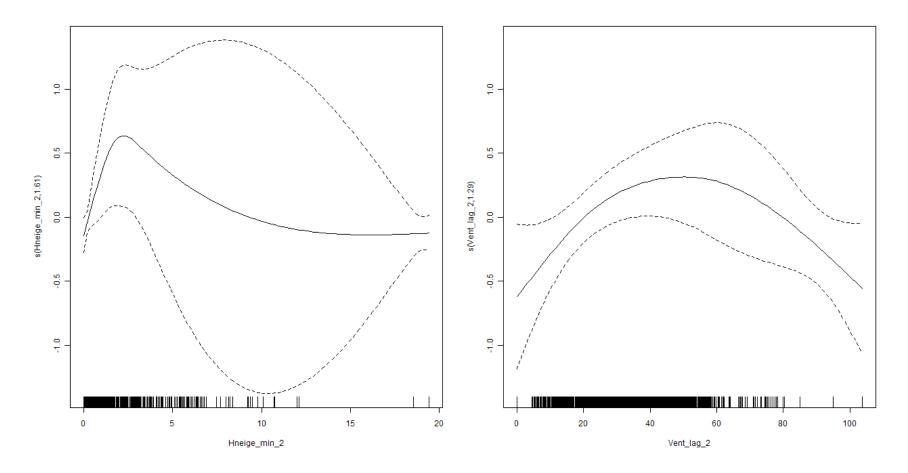


Figure C. 6. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés de 40-74 ans du site Québec.

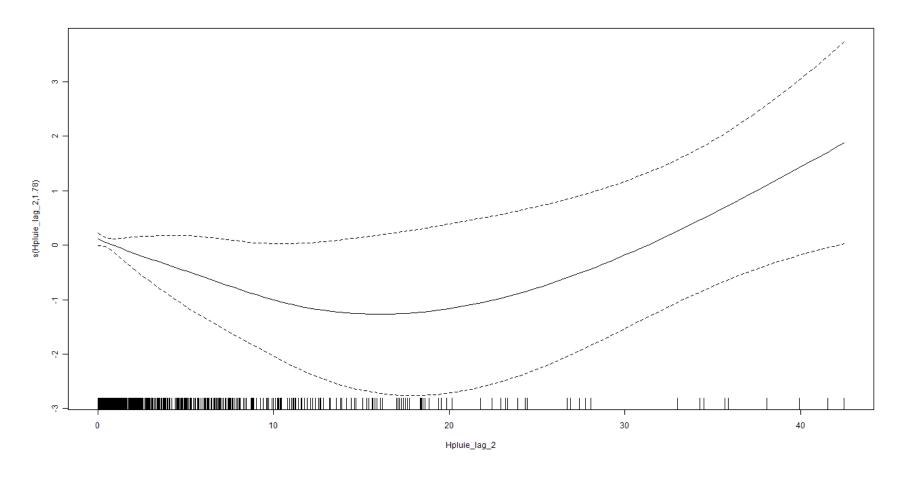


Figure C. 6. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés de 40-74 ans du site Québec.

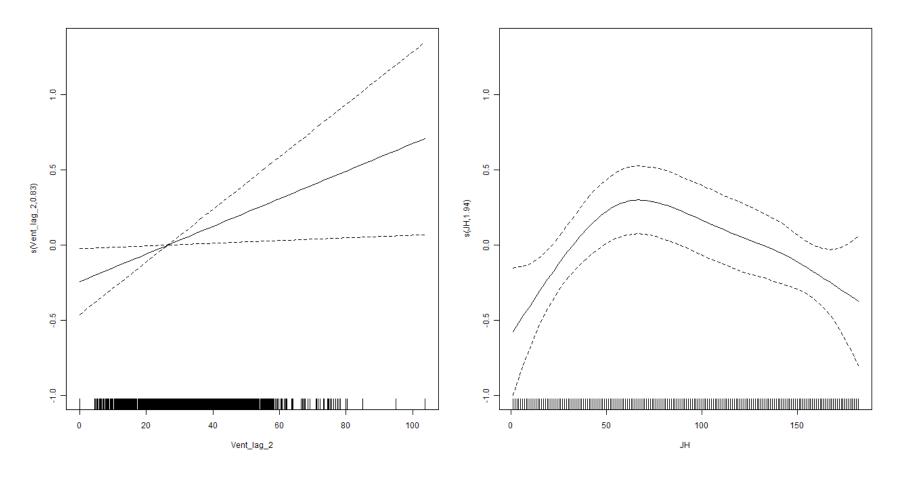


Figure C. 6. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du site Québec.

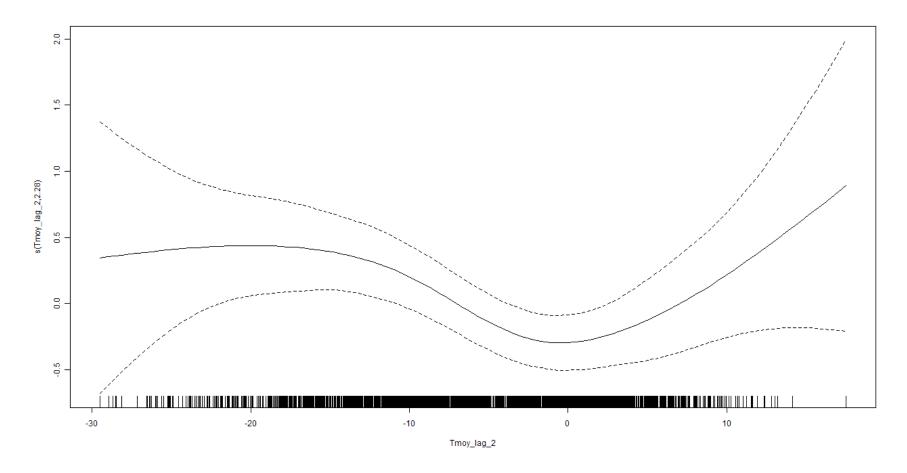


Figure C. 6. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site Québec.

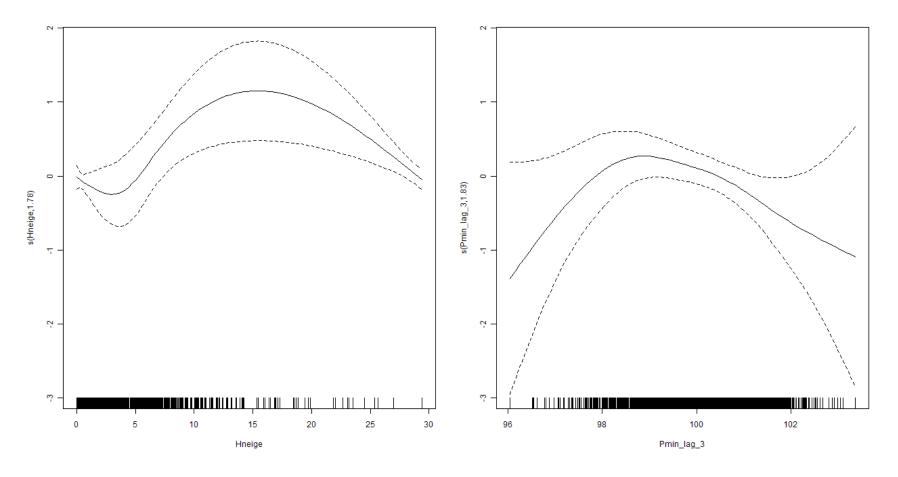


Figure C. 6. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du site Québec.

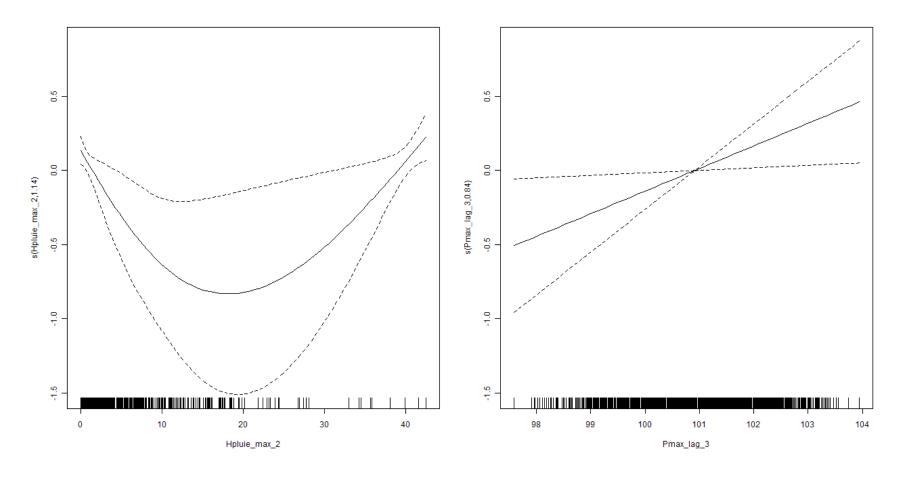


Figure C. 6. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du site Québec.

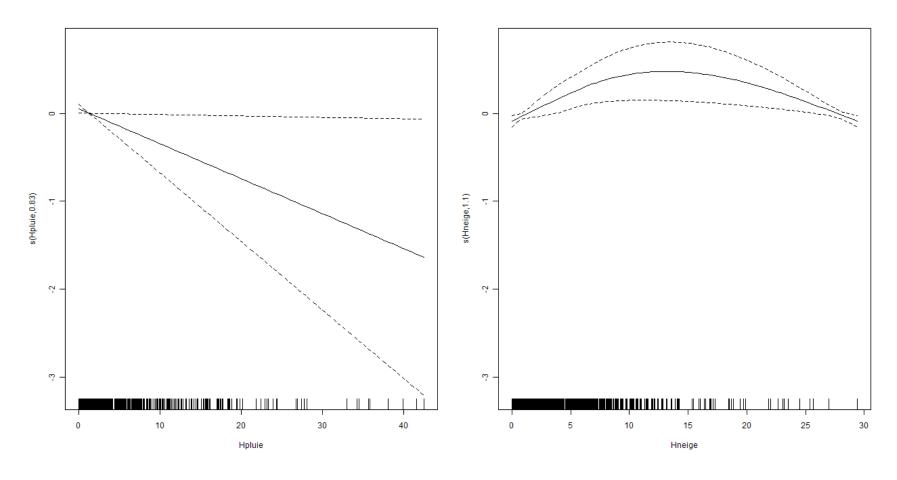


Figure C. 6. 14 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes de 40-74 ans du site Québec.

Il n'y a pas de modèle pour l'été, pour les hommes défavorisés de 40-74 ans du site Québec.

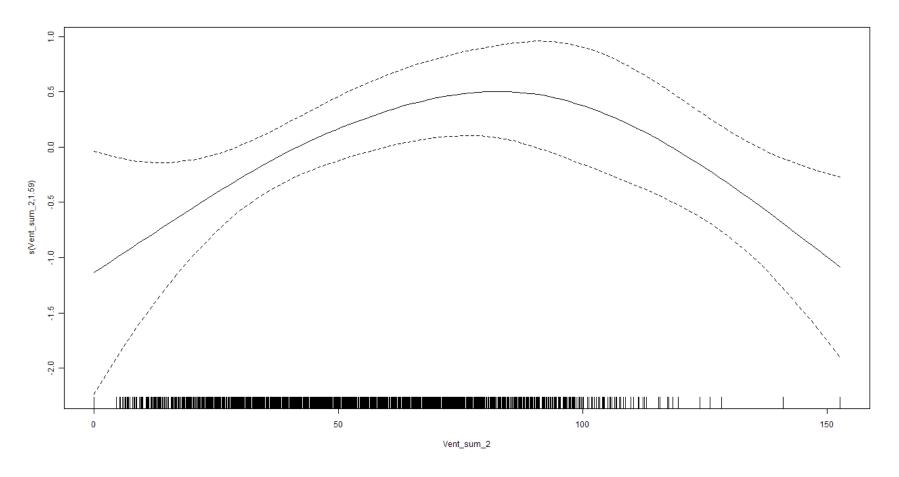


Figure C. 6. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés de 40-74 ans du site Québec.

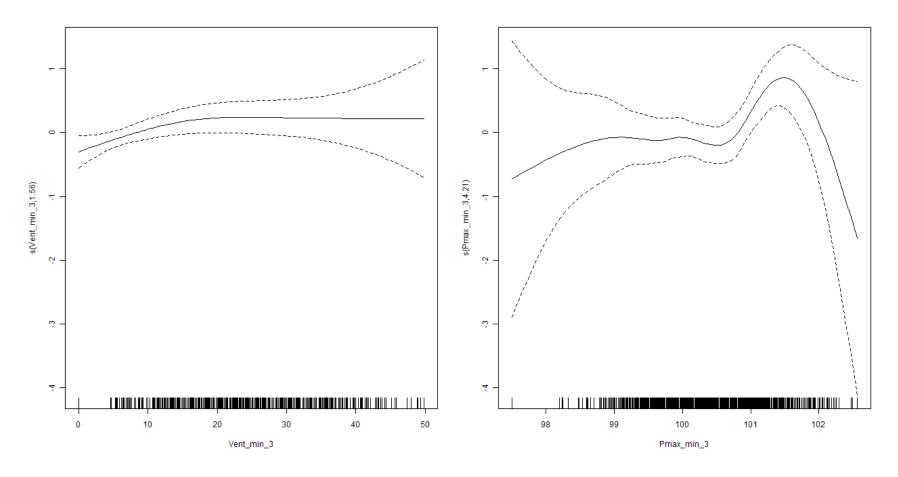


Figure C. 6. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 40-74 ans du site Québec.

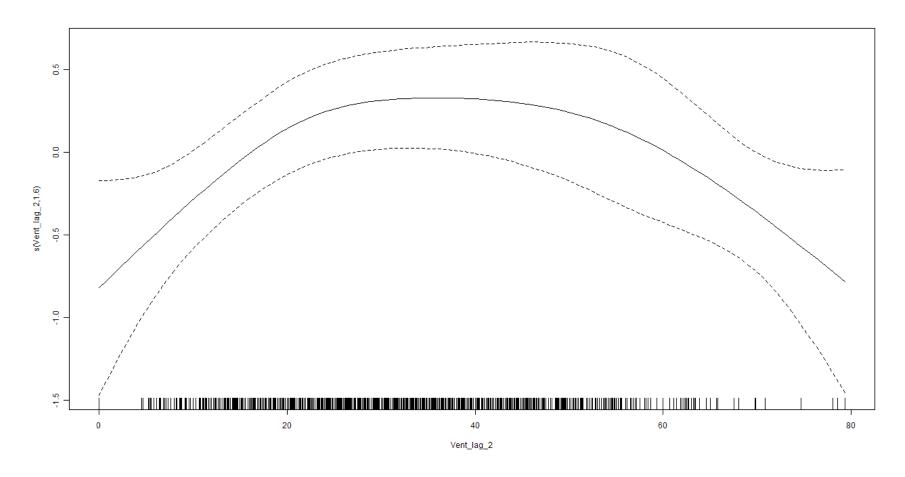


Figure C. 6. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 40-74 ans du site Québec.

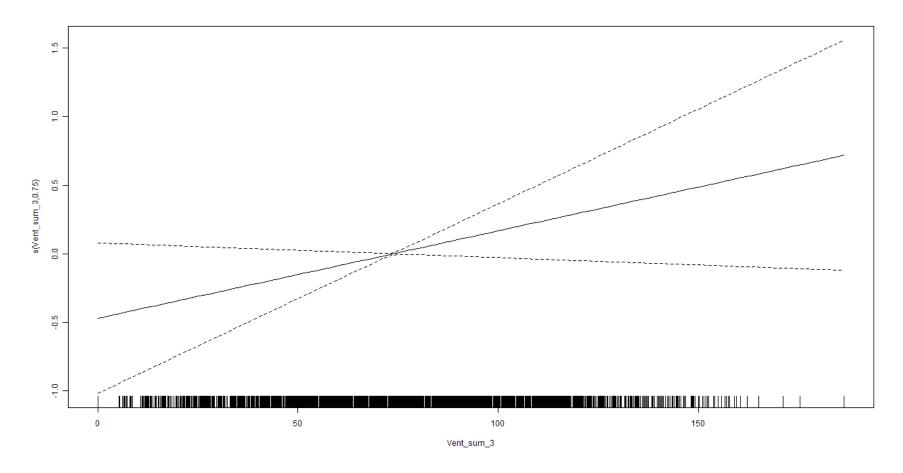


Figure C. 6. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés matériellement de 40-74 ans du site Québec.

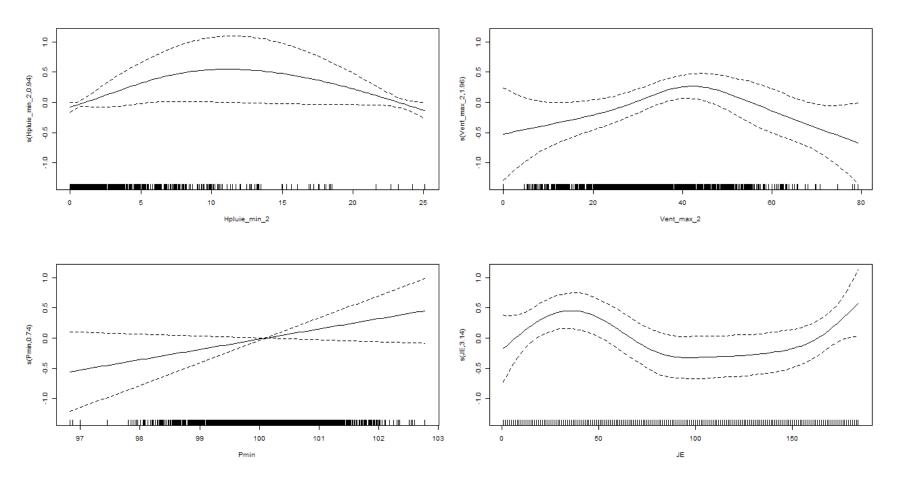


Figure C. 6. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés matériellement de 40-74 ans du site Québec.

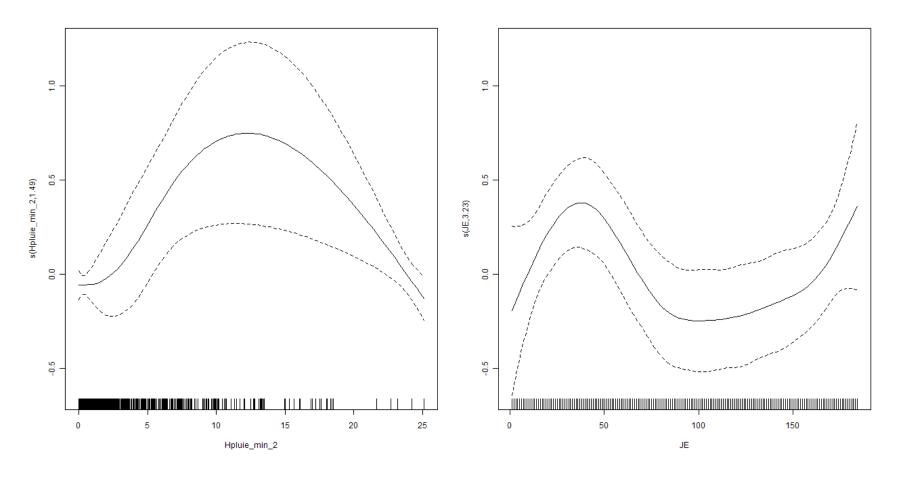


Figure C. 6. 20 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes de 40-74 ans du site Québec.

## C.7 Femmes de 75 ans et plus au site Québec

Il n'y a pas de modèle pour l'année, pour les femmes défavorisés de 75 ans et plus du site Québec.

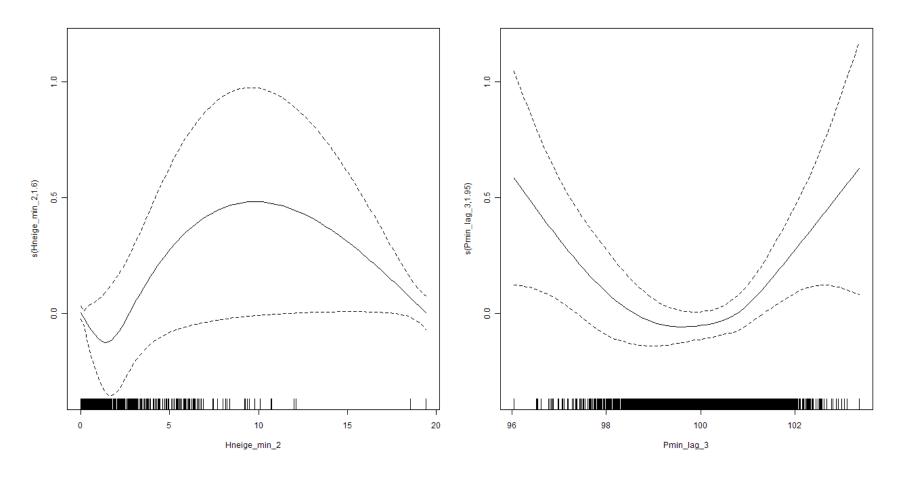


Figure C. 7. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées de 75 ans et plus du site Québec.

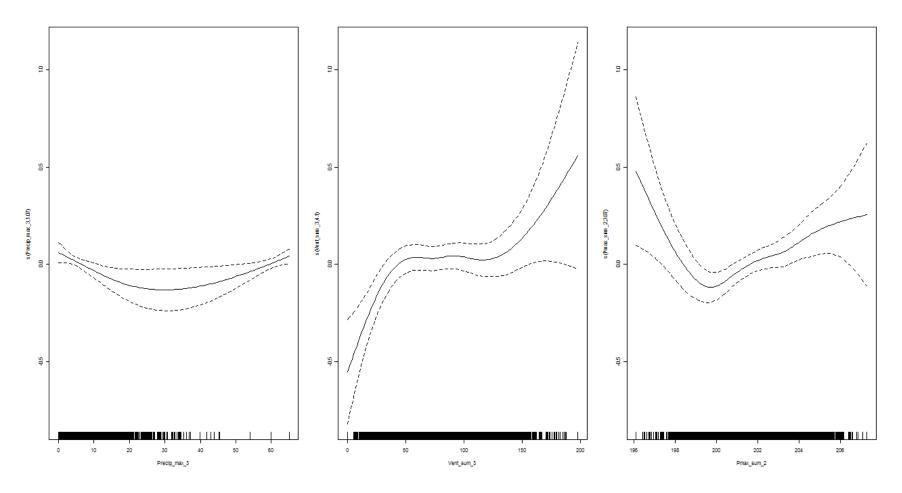


Figure C. 7. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du site Québec.

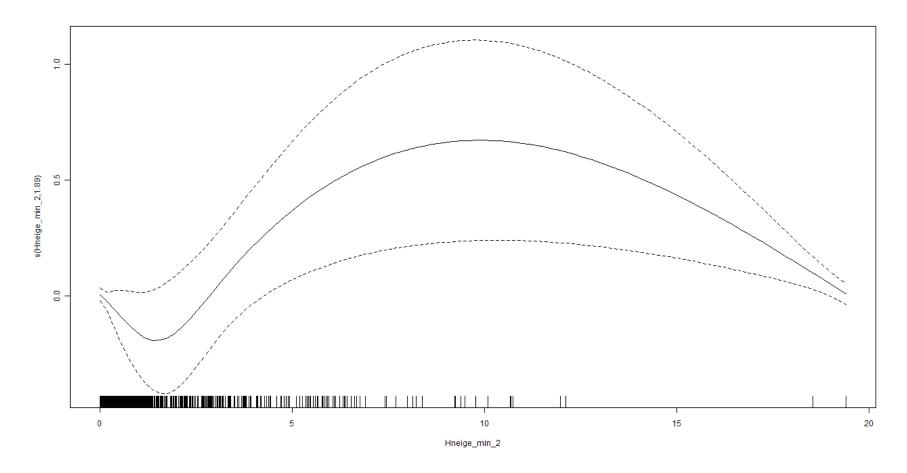


Figure C. 7. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du site Québec.

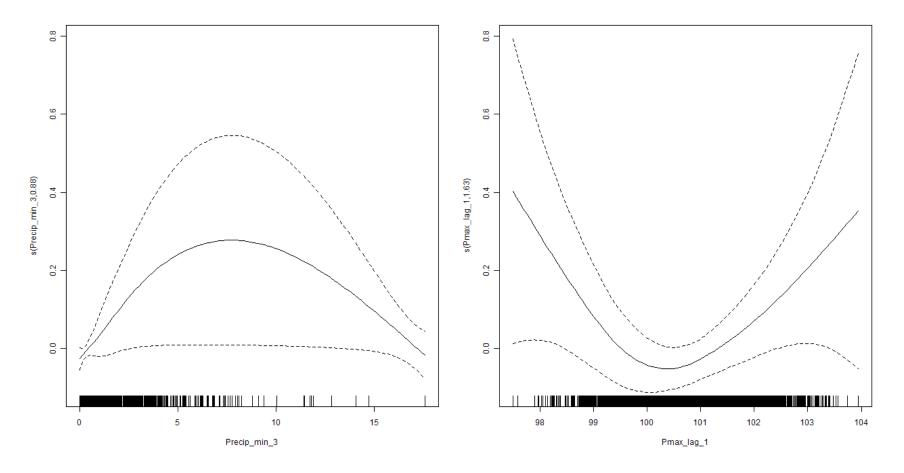


Figure C. 7. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes défavorisées matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

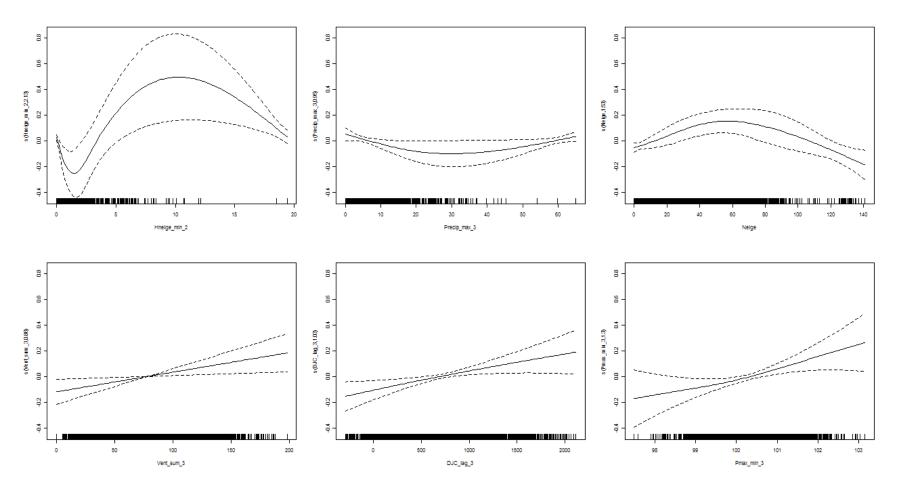


Figure C. 7. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

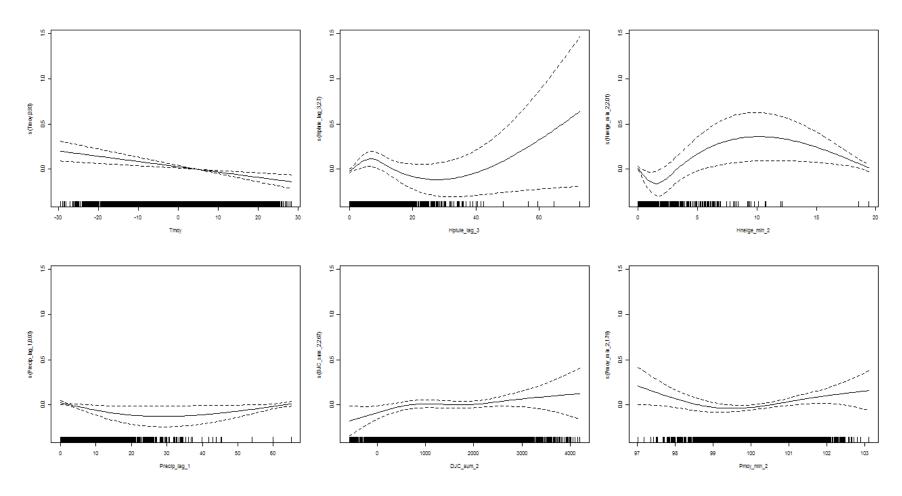


Figure C. 7. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des femmes de 75 ans et plus du site Québec.

Il n'y a pas de modèle pour l'hiver, pour les femmes défavorisés de 75 ans et plus du site Québec.

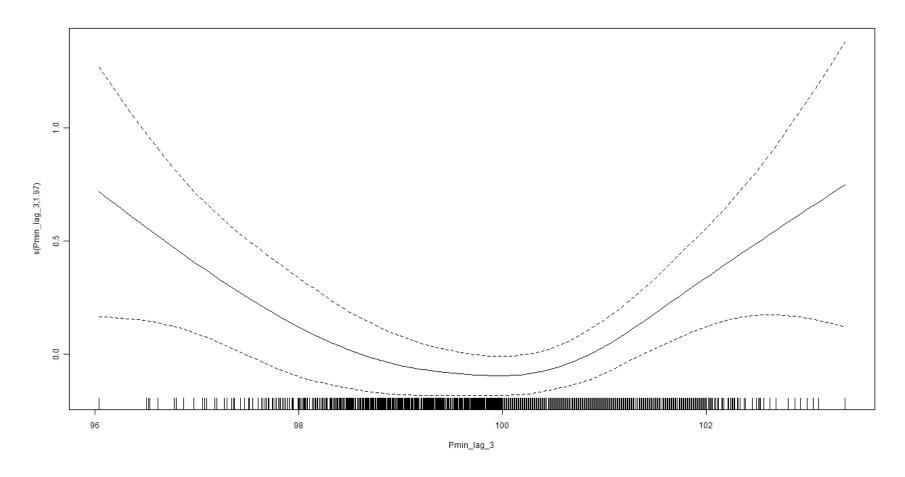


Figure C. 7. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées de 75 ans et plus du site Québec.

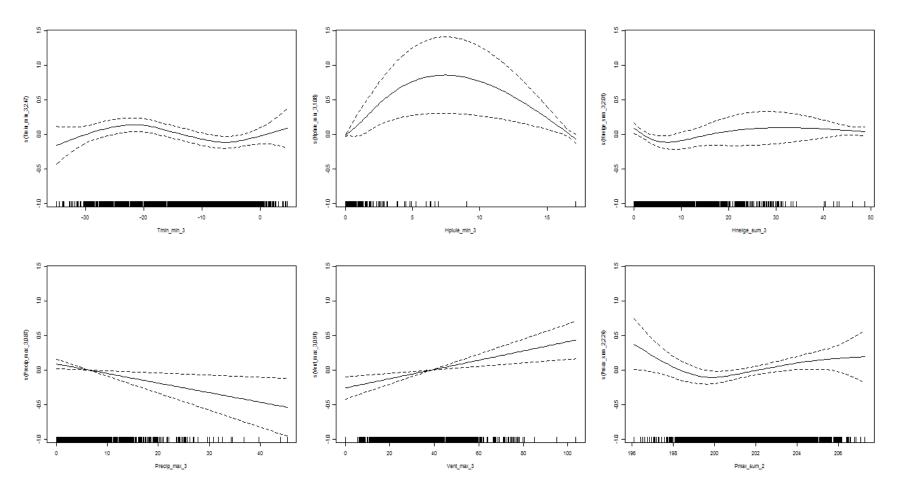


Figure C. 7. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du site Québec.

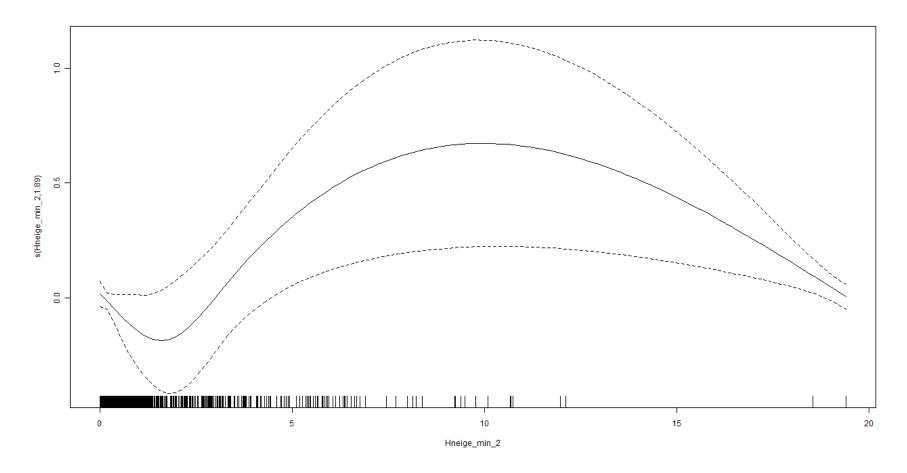


Figure C. 7. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du site Québec.

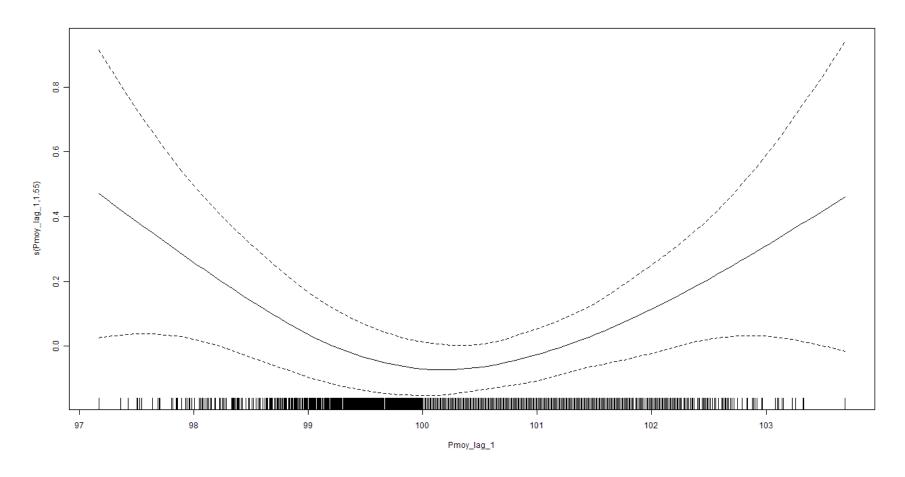


Figure C. 7. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes défavorisées matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

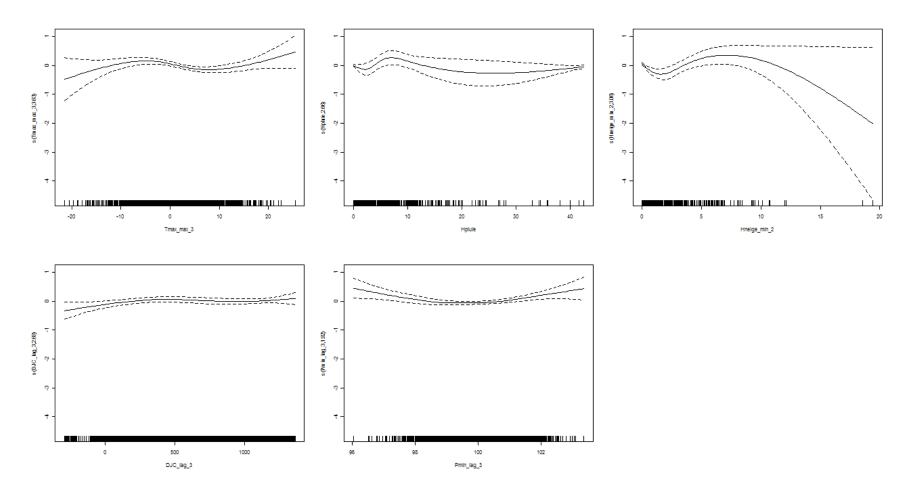


Figure C. 7. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

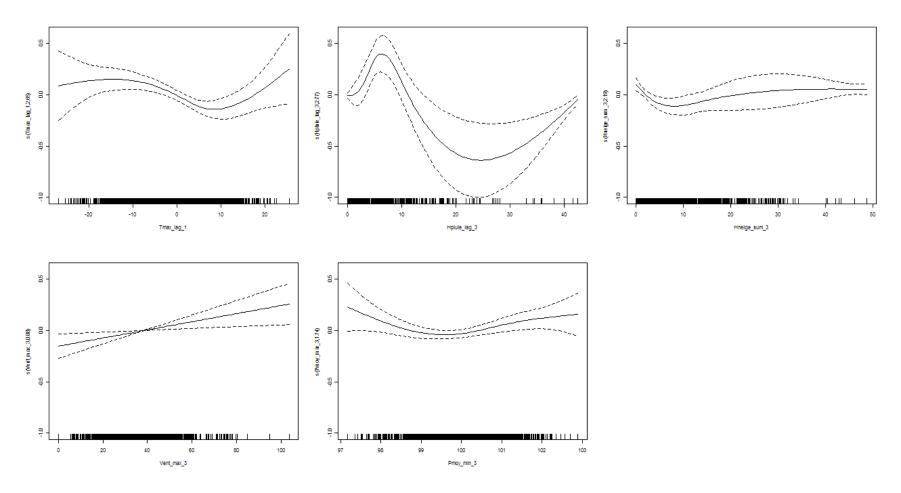


Figure C. 7. 12: Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des femmes de 75 ans et plus du site Québec.

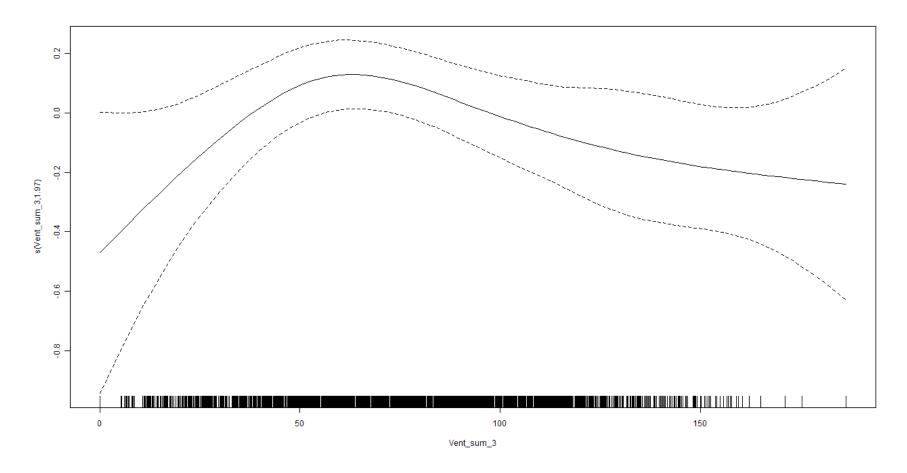


Figure C. 7. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées de 75 ans et plus du site Québec.

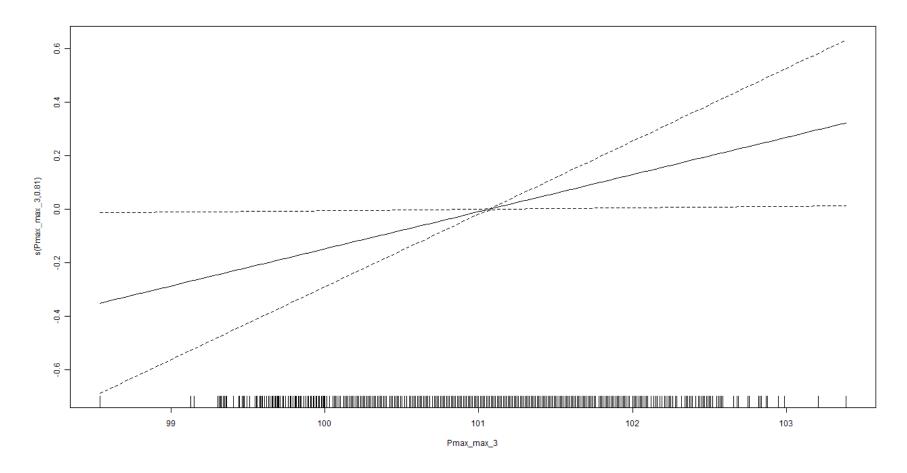


Figure C. 7. 14 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées de 75 ans et plus du site Québec.

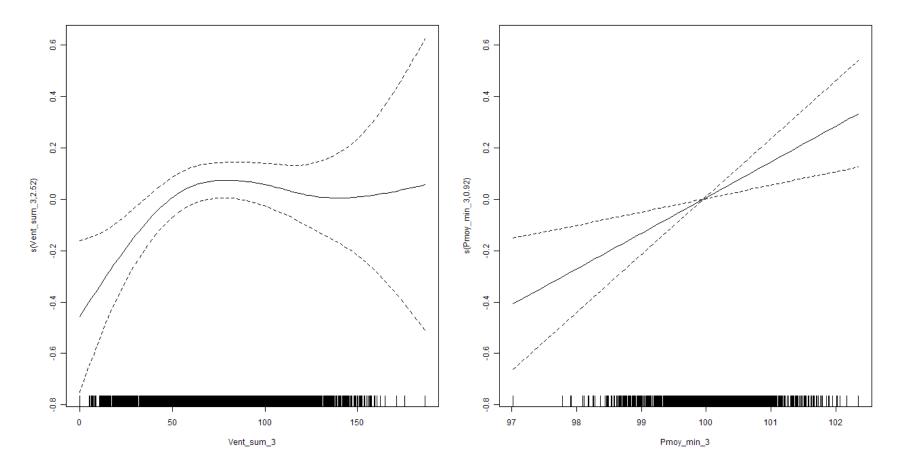


Figure C. 7. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées socialement de 75 ans et plus du site Québec.

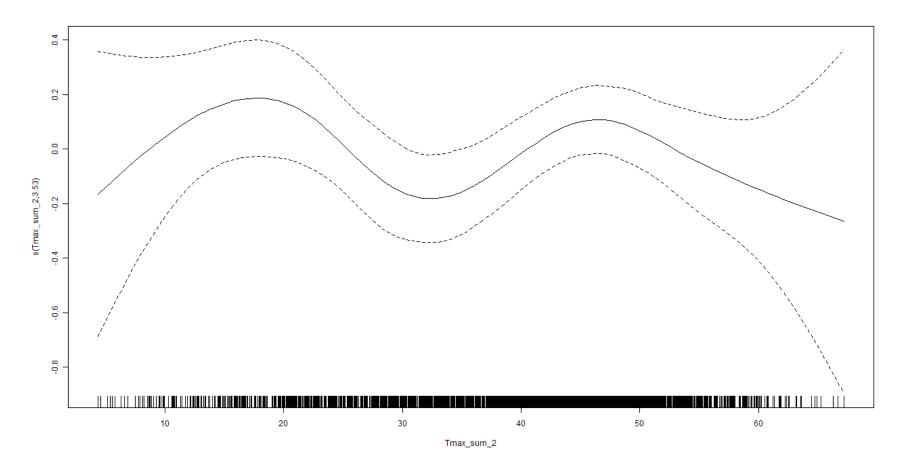


Figure C. 7. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées socialement de 75 ans et plus du site Québec.

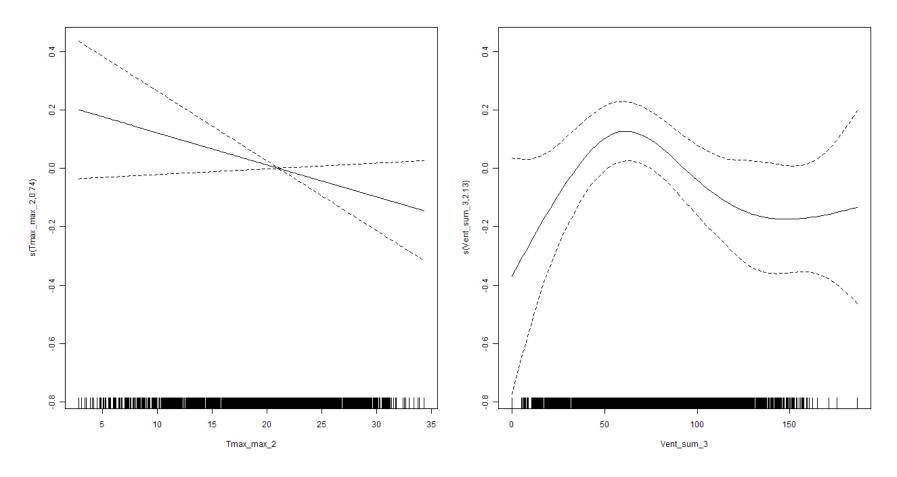


Figure C. 7. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes défavorisées matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

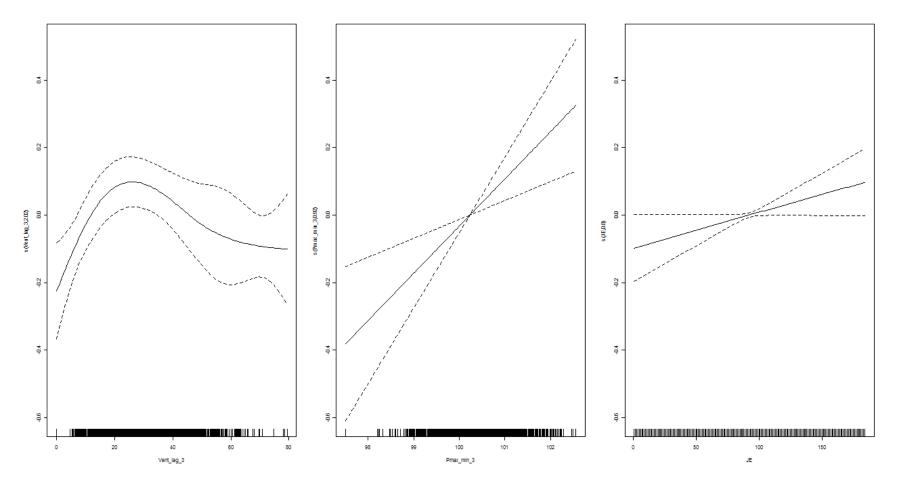


Figure C. 7. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes favorisées matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

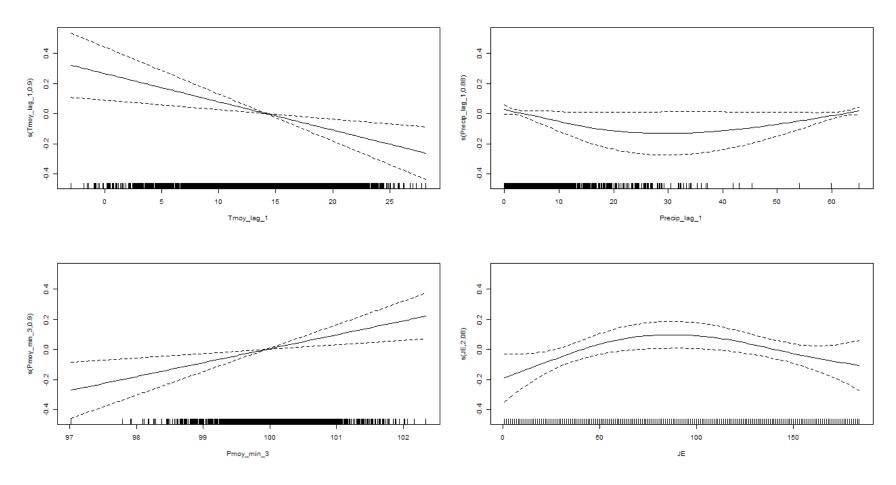


Figure C. 7. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des femmes de 75 ans et plus du site Québec.

## C.8 Hommes de 75 ans et plus au site Québec

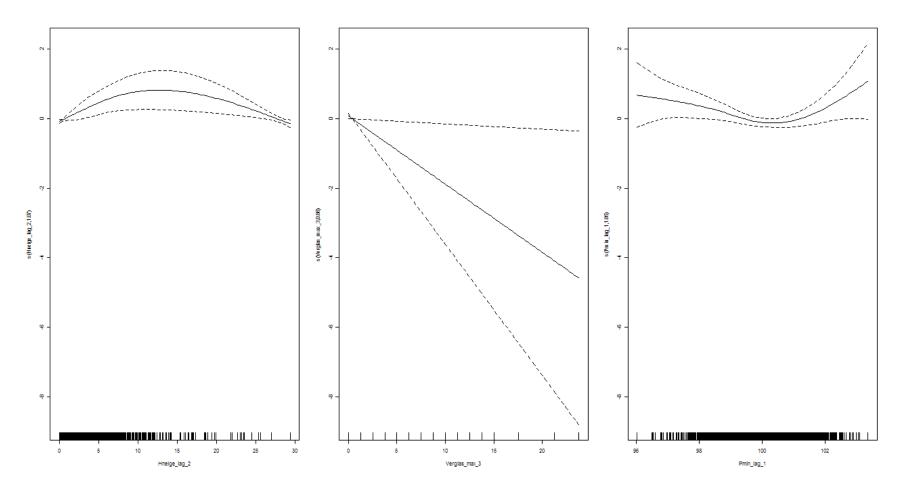


Figure C. 8. 1 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Québec.

Il n'y a pas de modèle pour l'année, pour les hommes favorisés de 75 ans et plus du site Québec.

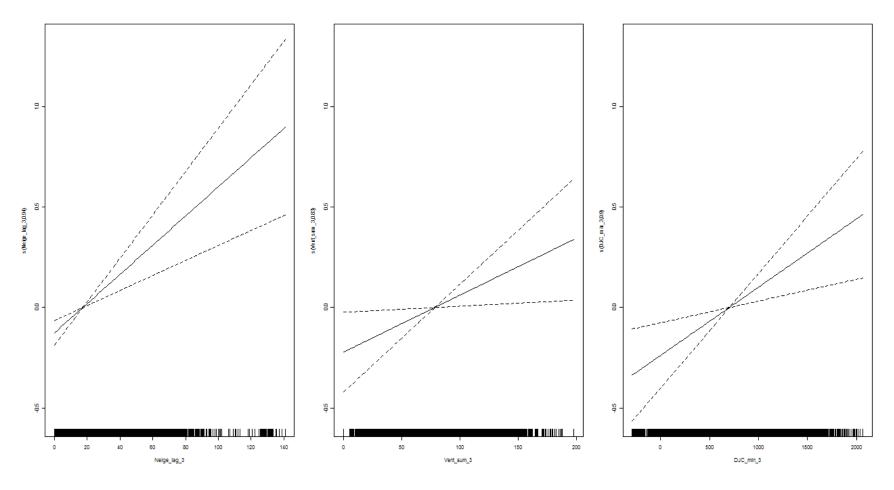


Figure C. 8. 2 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site Québec.

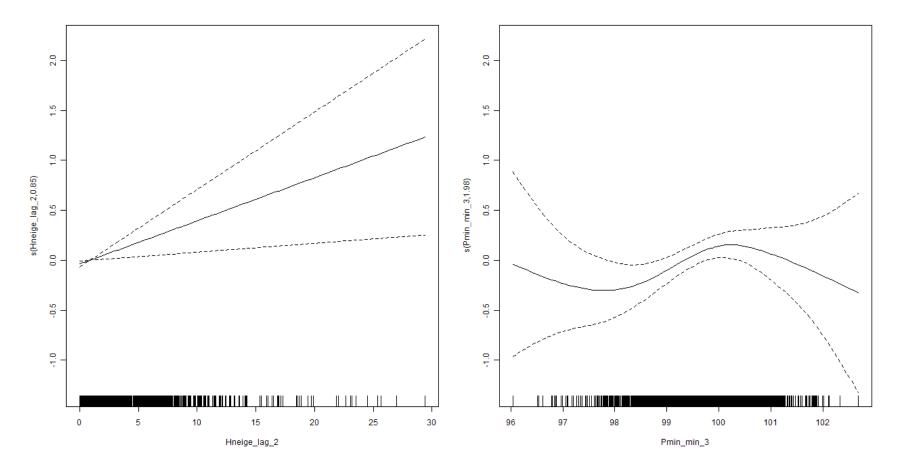


Figure C. 8. 3 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site Québec.

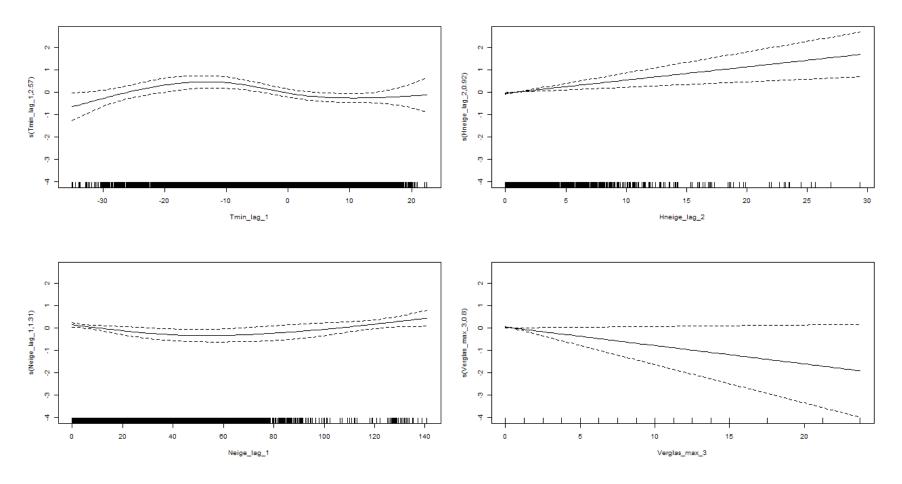


Figure C. 8. 4 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

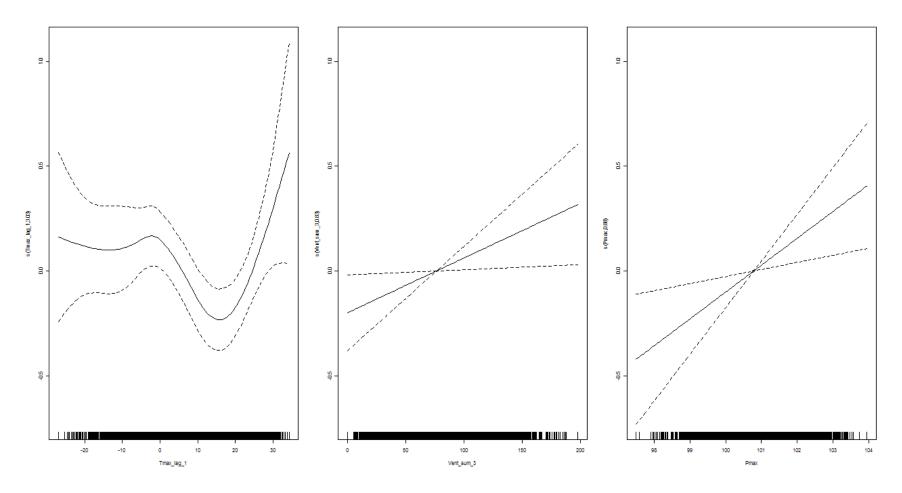


Figure C. 8. 5 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

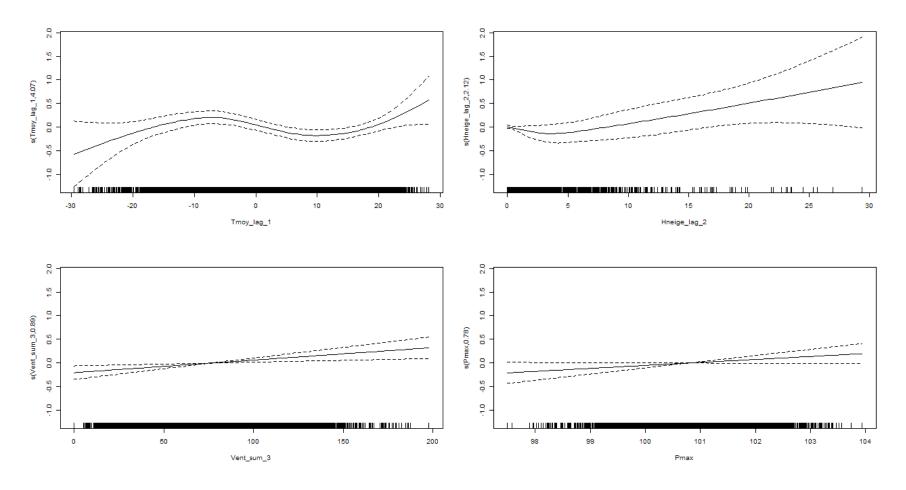


Figure C. 8. 6 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'année des hommes de 75 ans et plus du site Québec.

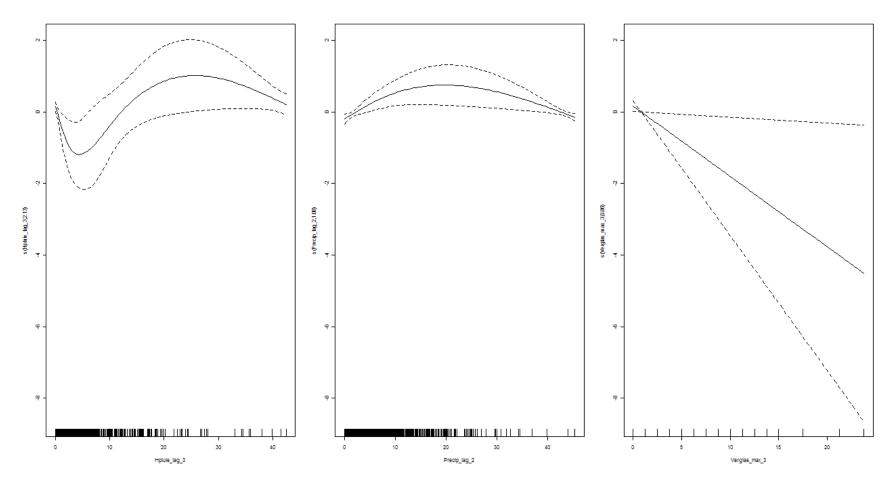


Figure C. 8. 7 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Québec.

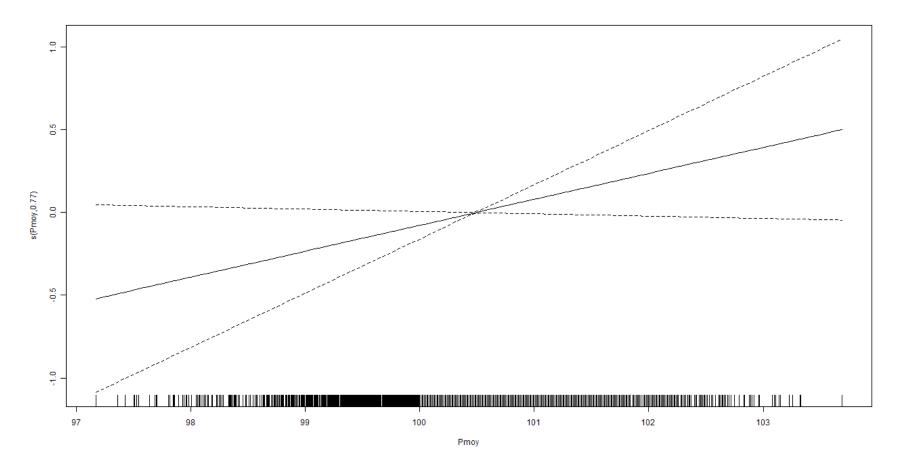


Figure C. 8. 8 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés de 75 ans et plus du site Québec.

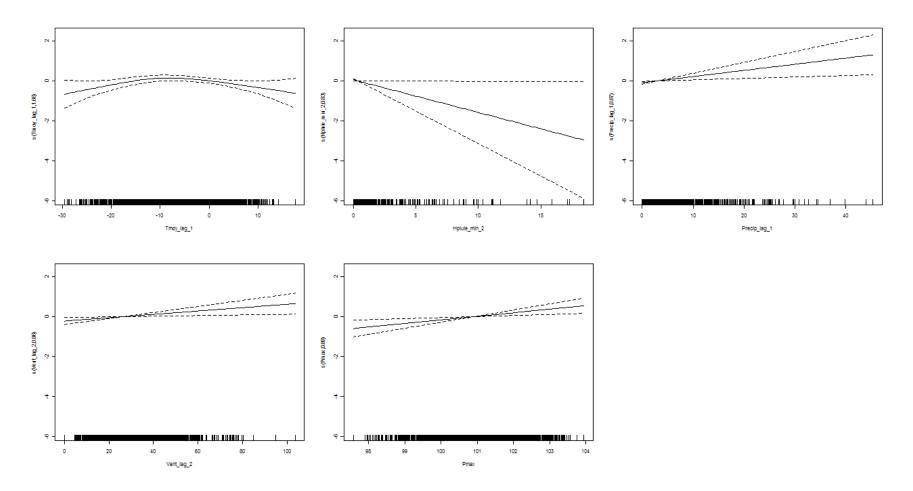


Figure C. 8. 9 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site Québec.

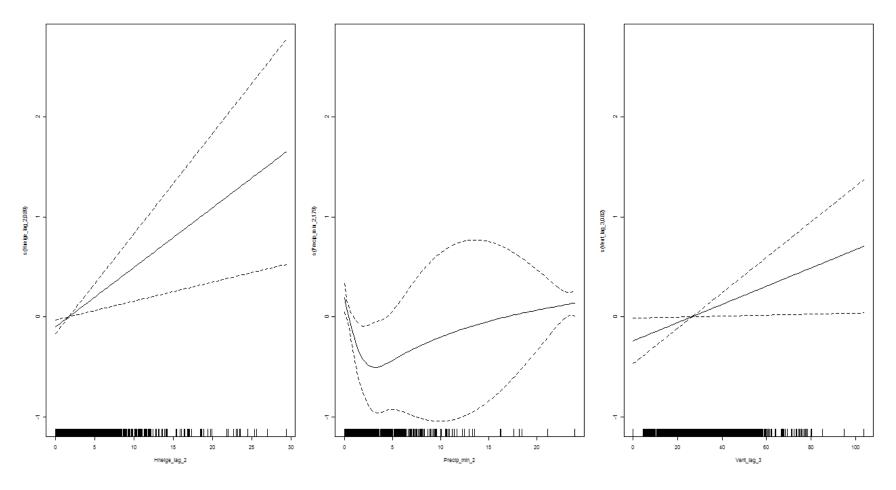


Figure C. 8. 10 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site Québec.

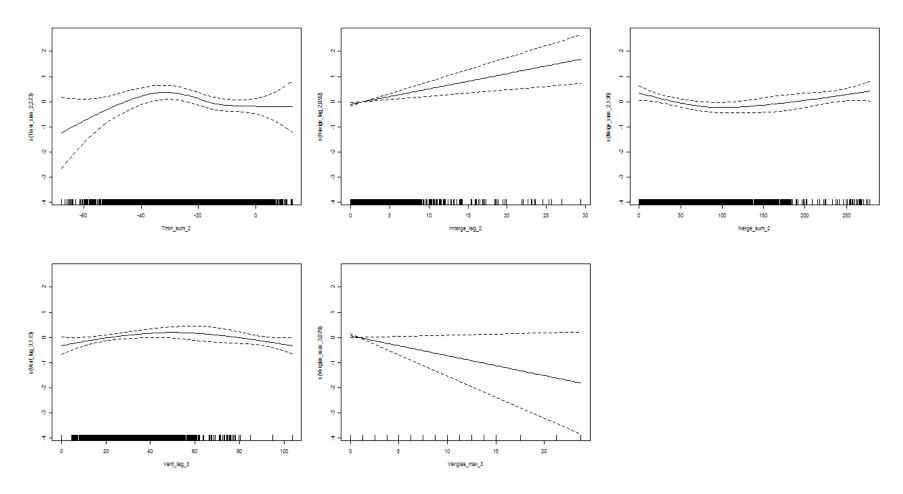


Figure C. 8. 11 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

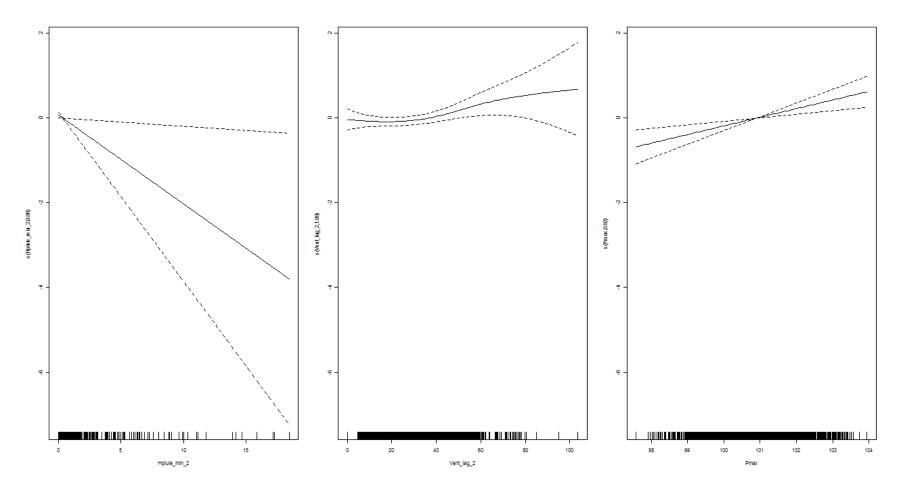


Figure C. 8. 12 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

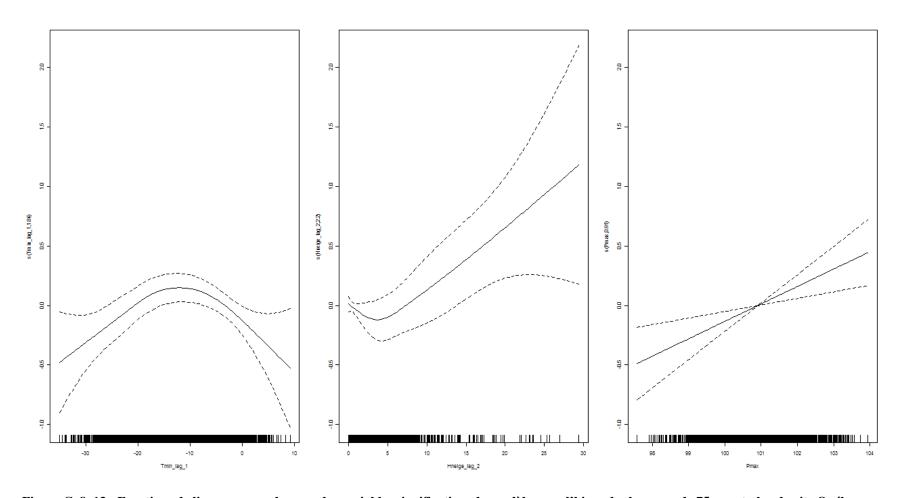


Figure C. 8. 13 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'hiver des hommes de 75 ans et plus du site Québec.

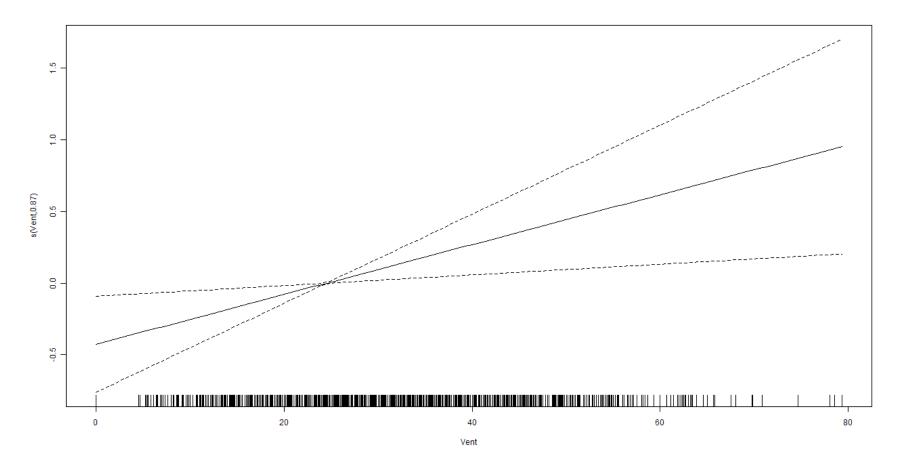


Figure C. 8. 14 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés de 75 ans et plus du site Québec.

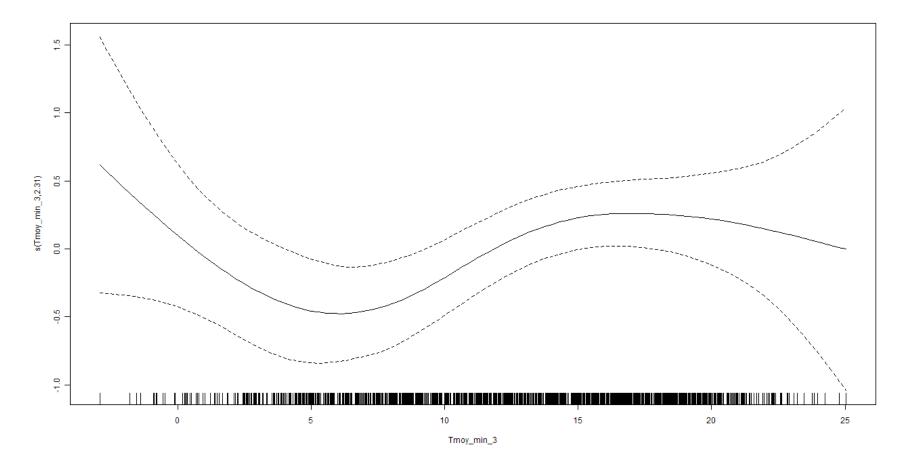


Figure C. 8. 15 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés de 75 ans et plus du site Québec.

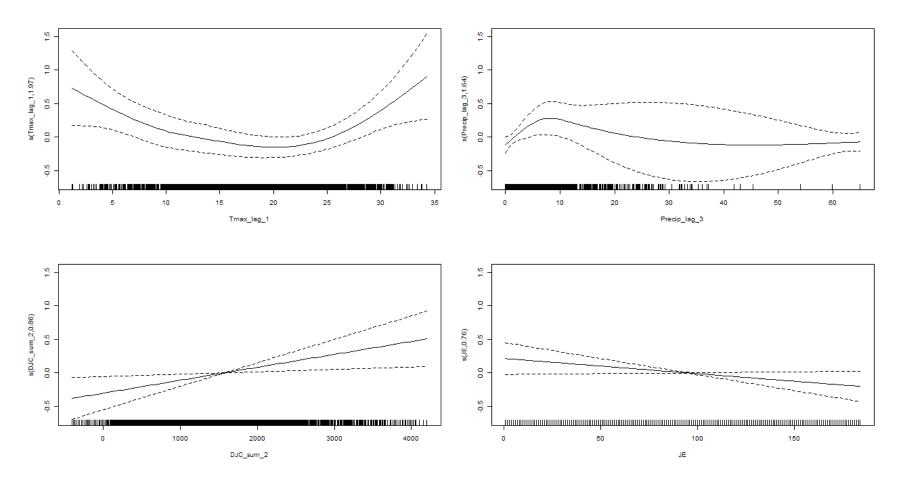


Figure C. 8. 16 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés socialement de 75 ans et plus du site Québec.

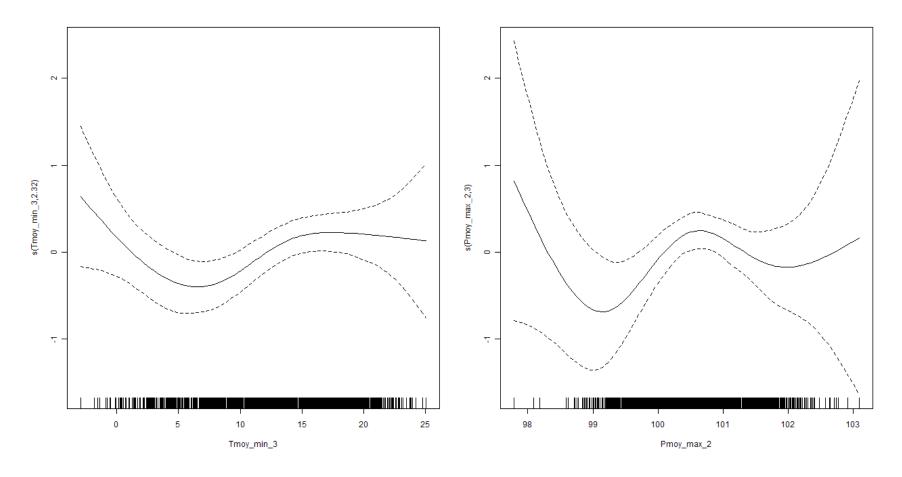


Figure C. 8. 17 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés socialement de 75 ans et plus du site Québec.

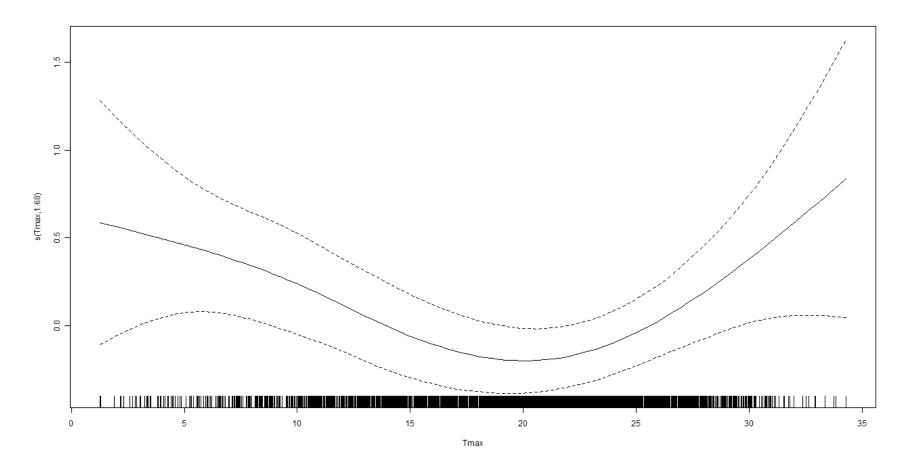


Figure C. 8. 18 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes défavorisés matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

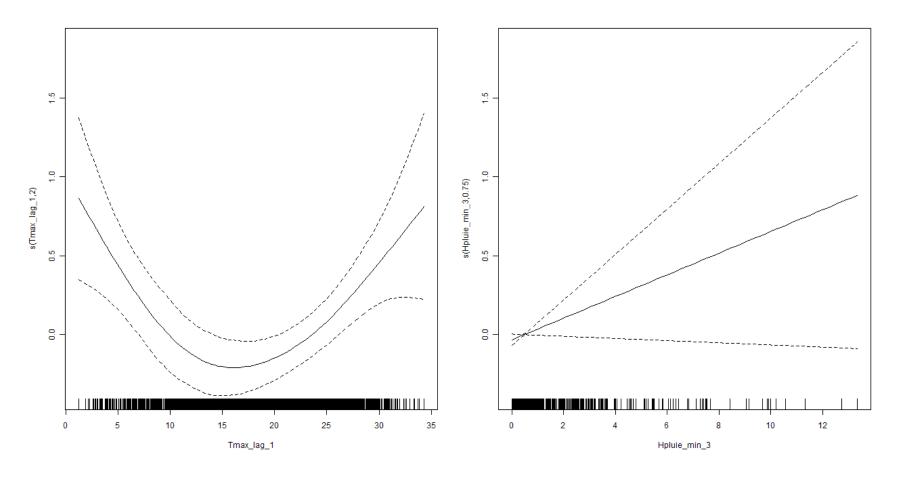


Figure C. 8. 19 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes favorisés matériellement de 75 ans et plus du site Québec.

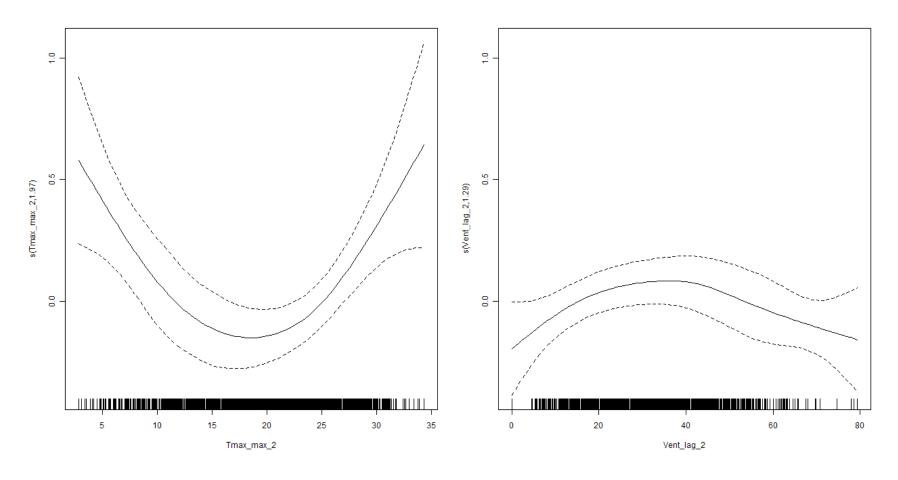


Figure C. 8. 20 : Fonctions de lissages pour chacune des variables significatives du modèle pour l'été des hommes de 75 ans et plus du site Québec.