

EPAD Task 2

Efficiences Environnementales et Productions Animales pour le Développement Durable

Subtask 2.2.

Pasture GHG balance at parcel/farm scale level

Documents de travail :
Résultat de l'analyse de sensibilité – Méthode de MORRIS
Climats tempérés

Le 07/12/2010

Delivrable 2.2.1.

"Résultat de l'analyse de sensibilité – MORRIS"

Auteurs:

Synthèse réalisée par M Gaurut (INRA UREP)

- issue des travaux réalisés au sein de l'Inra UREP (G Bellocchi, R Lardy, R Martin)
- Collaboration: V Blanfort (CIRAD SELMET)

Documents de travail : Résultat de l'analyse de sensibilité – MORRIS

Climats tempérés

Objet :

Ce document présente le résultat de l'analyse de sensibilité effectué sur Pasim, sur les sites d'Avignon, rennes et Clermont-Ferrand. Pour chaque site 3 scénarios climatiques d'une année ont été simulés. Un scénario aride, un médian et un humide. 2 managements différents ont aussi été simulés : un management de pâturage et un de fauche.

En vue de la tropicalisation de PASIM, cette étude va nous permettre d'identifier les paramètres influençant le plus le comportement du modèle, et donc les équations (où sous modèle) prenant en entrée ces paramètres qu'il serait susceptible de modifier et/ou d'adapter à une prairie sous milieu tropicale.

A ce jour, l'analyse de sensibilité avec un climat tropicale n'a pu être menée par manque de jeu de données climatique adéquat. Il conviendra par la suite de mener une AS avec météo tropicale et de recouper les informations afin de sélectionner les modèles et sous modèles adaptés pour la tropicalisation.

Résumé : L'identification des paramètres a été faite sur l'estimation de l'effet élémentaire décrit dans la méthode Morris. Le critère de sélection est présenté ci-dessous. Un premier tableau nous présente les sorties du modèle où la sensibilité a été mesurée. Un deuxième tableau résume les différents paramètres sensibles sur les sorties. Les sous modèles où sont utilisés les paramètres sensibles sont ensuite présentés pour permettre de connecter paramètre du simulateur et paramètre du modèle.

Il ressort que 5 sous modèles sont impactés par l'étude de la sensibilité des paramètres :

- Le modèle de dynamique des Pools de la plante
- Le modèle de photosynthèse
- La conductance stomatique
- Respiration aérienne et racinaire
- La phénologie (qui ne prend en compte aucun des paramètres sensibles mais qui est entièrement piloté par la température)

I – IDENTIFICATION DES PARAMETRES SENSIBLES

1 - Les paramètres les plus sensibles sur les sorties :

(le critère de sélection est le suivant : si $\mu_{\max} > 1.2 * (\max(\text{moyenne}(\mu_{\max})))$ ou $(\text{moy} > \max(\text{moyenne}(\mu_{\max})))$ et $\mu_{\text{ET}} < 0.1$)

OUTPUT	PARAM	MOYENNE EFFET	ET_EFFECT	MAX_EFFECT
bnfsum	FCL	0.45	0.18	0.81
	WSH	0.17	0.18	0.57
c	ALT	0.49	0.06	0.59
Cplant	Y	0.48	0.09	0.61
fclover	FCL	0.85	0.15	1.15
	SLA	0.30	0.08	0.42
	WSH	0.13	0.15	0.45
lai	UNT	0.20	0.07	0.38
	Y	0.24	0.08	0.38
MethaneSum	WAN	1.00	0.04	1.06
	ALT	0.38	0.06	0.49
n	GAR	0.12	0.18	1.06
	GAS	0.15	0.25	1.47
	FCL	0.54	0.22	0.99
	B	0.16	0.15	0.70
n2oemissionsum	WSH	0.29	0.37	1.13
	UNT	0.31	0.16	0.66
	ALT	0.24	0.04	0.33
	UNT	0.27	0.10	0.41
	Y	0.28	0.04	0.38
Nplant	WSH	0.15	0.16	0.39
	GAR	0.21	0.05	0.35
npp	Y	0.44	0.12	0.64
	PMNC	0.40	0.07	0.55
gpp	GC0	0.42	0.21	0.78
	THE	0.49	0.12	0.75
ranimalsum	INT	0.75	0.21	1.10
	GAS	0.27	0.25	0.95
rplantsum	Y	0.74	0.14	0.94
	WSH	0.36	0.38	0.95
rsomsum	LCU	0.14	0.17	0.52
	Y	0.41	0.13	0.62
urinecsum	UNT	0.40	0.06	0.48
	WSH	0.40	0.18	0.83
yieldcsum	Y	0.30	0.09	0.53
	GAS	0.13	0.15	0.55
milkcsum	INT	0.58	0.10	0.73
	WAN	0.56	0.08	0.69
	SLA	0.83	0.08	0.94
unsum	WSH	0.27	0.31	0.88
	UNT	0.37	0.14	0.59
	WSH	0.37	0.40	0.96
wcorganic	LCU	0.17	0.20	0.59
	Y	0.36	0.12	0.55
wshtotsum	WSH	0.38	0.17	0.82

	Y	0.29	0.09	0.49
	GAS	0.12	0.14	0.51
Pc_1pmtl	PMNC	0.48	0.06	0.61
	PMCV	0.32	0.15	0.66
	WSH	0.35	0.37	0.98
	LCU	0.18	0.22	0.77
RECO	GC0	0.36	0.11	0.62
	THE	0.50	0.14	0.76
	ALT	0.34	0.07	0.50
inn	WSH	0.23	0.25	0.66
	UNT	0.38	0.12865031	0.58918064
	FCL	0.41	0.16778774	0.74685051
nammtot	WSH	0.34	0.42839008	1.42263661
	UNT	0.30	0.13438094	0.61755291
	HCAH	0.15	0.1234202	0.55793754
	WSH	0.17	0.21706996	0.71808021
	LCU	0.16	0.19463592	0.5711989
	GC0	0.38	0.21138012	0.85833749
	GCA	0.17	0.12394926	0.57166851
	PMNC	0.19315005	0.1339868	0.51787547
	Y	0.24071624	0.09739294	0.49260366
NBP	GAR	0.21123033	0.17963662	0.7447235
	GAS	0.24772143	0.17355466	0.79390527
	PMNC	0.40201118	0.07261253	0.55190291
Pc_1pctl	GC0	0.41549495	0.2121101	0.77875663
	THE	0.49009594	0.124897	0.74589467
	HCAH	0.14897471	0.13037277	0.5391578
	WSH	0.1271587	0.1717171	0.51693585
	GC0	0.38064994	0.13959066	0.6409694
Pc_1fwatpc	PSIB	0.3288274	0.19326118	0.838006
	PSIS	0.09405538	0.10919154	0.68002961
	PMNC	0.40201445	0.07261355	0.5518787
pcsum	GC0	0.41548819	0.21210736	0.77876126
	THE	0.49009473	0.12489424	0.7458911
	FCL	0.27892474	0.13321255	0.52786421
yieldnsum	WSH	0.38472501	0.20043814	0.9116089
	GAS	0.101042	0.13720376	0.4834207
	WSH	0.40159851	0.43397081	1.07734839
wnorganic	LCU	0.17178318	0.20364745	0.61145151
	Y	0.33259592	0.11676657	0.53325724

2 - Liste des différents paramètre d'entré retenus précédemment :

PARAMETRE	Label	SORTIE sensible
FCL	Fraction de légumineuse	Bnfsum, fclover, n2oemissionsum
*Y	Efficacité de la croissance de la plante	Cplant,Lai, Nplant, Npp, RplantSum, rsomSum,yieldcsum, worganic, wshtotsum, NBP,wnorganic
*GAR	taux de renouvellement des racines a 20°C	N,Nplant ,NBP
*GAS	taux de renouvellement aérien a 20°C	N,Ranimalsum,yieldCsum,wshtotsum, NBP
*UNT	paramètre de calcul de la limitation de l'azote absorbé par les racines	Lai, Nplant, urineCsum,unsum, inn, nammtot
*PMCV	taux de saturation lumineux de la photosynthèse pour le stade végétatif	Pc_1pmtl
*PMNC	paramètre de dépendance du nitrogène à la photosynthèse	GPP, Pc_1pmtl , Pc_1pctl, pcsum
*GC0	paramètre de conductance stomacale	GPP, RECO, NBP, Pc_1pctl, Pc_1fwatpc, pcsum
*GCA	paramètre de conductance stomacale	NBP
*THE	paramètre de courbure (photosynthèse feuille)	GPP, RECO
*PSIB	paramètre de dépendances de l'eau du sol pour la photosynthèse	Pc_1fwatpc
*PSIS	paramètre de dépendances de l'eau du sol pour la photosynthèse	Pc_1fwatpc
*SLA	surface feuille max	LAI, SLA
HCAH	hauteur de la canopée	NBP, Pc_1fwatpc

ALT : altitude
WAN : Poids des vaches allaitantes
WSH : Biomasse après Fauche
INT : intake max des bovins
LCU : LAI après fauche
B : taux de matière sèche relative dans chaque couche du sol
FCL : Fraction de légumineuse

Note : (Paramètres en rouge)

Etant que INT agit de façon directe sur la respiration et la production de lait des animaux, cette variable sera sortie de l'étude (cela est une condition initial plus qu'un paramètre de modélisation). De même laissons pour l'instant ALT, WSH, WAN, et LCU qui tiennent plus de condition initial et règles de management que de paramètres de modélisation.

II - Impact fonctionnel des paramètres :

1 – dynamique des Pool Plantes (souterrain et aérien) (GAR,GAS,UNT):

a- Dynamique des compartiment racinaire et Paramètre GAR, UNT

GAR : intervient dans la fonction de sénescence de PASIM et plus particulièrement dans le calcul de K_{turn} :

$$K_{turn} = GAR * \frac{FT_{turn}}{FW_{turn}}$$

Avec : FT_{turn} : une fonction calculant le facteur de stress lié à la température (cette fonction dépend du paramètre **UNT** dont l'émission en N₂O est sensible)

FW_{turn} : une fonction calculant le facteur de stress hydrique

(ces deux fonctions sont peut être aussi à adapter aux prairies tropicales)

K_{turn} intervient directement dans l'évolution de la matière organique des 4 compartiments racinaire :

$$\frac{dwr1}{dt} = gr - 2 * K_{turn} * wr1$$

$$\frac{dwr2}{dt} = K_{turn} * (2 * wr1 - wr2)$$

$$\frac{dwr3}{dt} = K_{turn} * (wr2 - wr3)$$

$$\frac{dwr4}{dt} = K_{turn} * (wr3 - wr4)$$

Avec wri = quantité de carbone dans le compartiment racinaire i , et gr , la croissance racinaire.

b- Dynamique des compartiments aérien : GAS, UNT, SLA

GAS est l'équivalent aérien de **GAR** et va ainsi piloter de façon directe la dynamique des 12 compartiments de la structure aérienne de la plantes via le taux K_{turn} .

$$K_{turn} = GAS * FT_{turn} * \left(\frac{1}{FW_{turn}}, FL_{turn} \right)$$

Avec : FT_{turn} : une fonction calculant le facteur de stress de stress lié à la température (cette fonction dépend du paramètre **UNT** dont l'émission en N₂O est sensible)

FW_{turn} : une fonction calculant le facteur de stress hydrique

FL_{turn} : une fonction calculant le facteur de stress lié à la LAI

(Ces trois fonctions sont peut être aussi à adapter aux prairies tropicales)

A la différence du compartiment racinaire, un KturnTot va être calculé pour chaque compartiment s de chaque âge i de la façon suivante :

$$KturnTot_{ji} = Kturn + Kji$$

(CF – Thèse anne isabelle pour le calcul de Kij)

Le KturnTot intervient directement dans l'évolution de la matière organique des 12 compartiments aérien - Les équations sont de type :

$$\frac{Dwsh_struct_i}{dt} = KturnTot_{i-1,j} * wsh_struct_i - 1 - KturnTot_{i,j} * wsh_struct_i - grazing$$

Note : La différentielle du compartiment l fait intervenir le terme SLA par :

$$\frac{dL_{lam,l}}{dt} = SLA f_{lam} I_{G_{sh}} - k_{turn,sh} L_{lam,l} - O_{L,lam,l,ani} - O_{L,lam,l,cut}$$

Avec :

$$SLA = SLA_{max} (1 - \zeta C)$$

Ou **SLAmax** est notre paramètre d'entré sensible noté **SLA**.

2 - Le modèle de photosynthèse et les paramètre PMNC, PMCV, THE, PSIB, PSIS:

PMNC, PMCV, THE, PSIB : Ces paramètré permet de calculer la dépendance de la photosynthèse à la teneur en azote Pmn, de la façon suivante (**en rouge Pmnc**):

$$p_{mn} = 1.0 + P_{c_1pmnslope} * (MIN (ntot, P_{c_1pmncrit}) - P_{c_1pmnref})$$

Ce Pmn intervient dans le calcul de Pmax :

$$P_{max} = P_{max,20} f_T P_{mCO_2T} P_{mC} P_{mN}$$

f_T , fonction de dépendance de la photosynthèse à la température de l'air (-),

P_{mC} , fonction de dépendance de la photosynthèse à la concentration en C substrat de la plante (-),

P_{mCO_2T} (**PMCV**), fonction de dépendance de la photosynthèse aux interactions entre température de l'air et concentration atmosphérique en CO₂ (-).

qui intervient lui-même de le calcul du taux photosynthétique de la feuille :

$$P_{leaf}(h) = P_{leaf} \left(\frac{I_{sun,par}(h)}{ABSORV_{vl}} \right) \cdot L_{sun}(h) + P_{leaf} \left(\frac{I_{shaded,par}(h)}{ABSORV_{vl}} \right) \cdot L_{shaded}(h)$$

Avec

$$P_{leaf}(I_{PAR}(h)) = \frac{(\alpha I_{PAR}(h) + P_{max}) - \sqrt{((\alpha I_{PAR}(h) + P_{max})^2 - 4\theta_p \alpha I_{PAR}(h) + P_{max})}}{2\theta_p}$$

Avec θ_p le paramètre **THE** retenue lors de l'analyse de sensibilité.

La photosynthèse total est donné par :

$$P_{can} = P_{c,conv} f_{Wp} \sum_{h=1}^{n_{canopy}} (P_{leaf}(h) \cdot L(h))$$

f_{wp} est un taux de stress hydrique dépendant des paramètres sensibles **PSIB** et **PSIS** (Le ψ_{wb}/ψ_{ws} de l'équation ci-dessous).

$$f_{wp} = \frac{1}{1 + \exp(-\psi_{ws}(\psi_w - \psi_{wb}))}, 0.1 \leq f_{wp} \leq 1 \quad (43)$$

Avec:

ψ_w , la moyenne pondérée des potentiels hydriques des différents horizons de sol (m),

ψ_{wb} et ψ_{ws} , paramètres de la fonction de stress hydrique (m et m^{-1} , respectivement).

Comme l'effet du stress hydrique sur les processus végétaux était trop fort en regard des travaux de Casella et al., (1996) et pouvait stopper prématurément les projections d'impacts, le paramétrage de la fonction de stress hydrique selon Riedo et al. (1998) a été revu ($\psi_{wb}=100$ m, $\psi_{ws}=0.06m^{-1}$), afin que le déficit en eau du sol ne devienne limitant (i.e. stressant pour la plante) qu'en deçà de 40% de la capacité au champ.

Le stress hydrique limite l'absorption racinaire de l'azote du sol ainsi que la sénescence foliaire via le calcul d'un nouvel indice (f_w , $0.5 \leq f_w \leq 1.0$) dérivé de f_{wp} , selon Vuichard et al. (2007b). La paramétrage de l'équation de calcul de cet indice a donc également été revu:

$$f_w = \frac{0.5(f_{wp} + 0.8)}{0.9} \quad 0.5 \leq f_w \leq 1 \quad (44)$$

Pour une même valeur de potentiel hydrique du sol, les processus végétaux sont donc moins fortement pénalisés par les indices f_{wp} et f_w (Fig. 5).

3 - La fonction de conductance stomatique et les paramètre GCO et GCA:

GCO et GCA(impact : GPP, ranimalsum, RECO, NBP, Pc_1pctl, pcsu): les paramètres de conductance GCO (GD0 dans l'équation ci-dessous)et GCA (Da dans l'équation), interviennent comme leur nom l'indique dans le calcul de la fonction de la conductance stomatique.

$$G_C = f_{wp} g_0 L + \frac{g_1 \left(\frac{P_{can}}{P_{c,conv}} \right)}{C_a \left(1 + \frac{D_a}{gD_0} \right)}$$

Avec :

f_{wp} , indice de stress hydrique (-),

g_0, g_1 et gD_0 , paramètres de calculs ; $g_0 = 0.08 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $g_1 = 9.5 \text{ kPa}$ et $gD_0 = 1.5 \text{ kPa}$,

L , indice foliaire du couvert ($\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$),

C_a , concentration atmosphérique en CO_2 ($\mu\text{mol mol}^{-1}$),

4 – Respiration racinaire et aérienne et le paramètre Y:

Y : efficacité de croissance de la plante (ce paramètre semblent le plus influent de l'analyse de sensibilité)

Ce paramètre intervient dans le calcul de la respiration lié à la croissance dont les équations sont :

$$R_{G,sh} = I_{C,G_{sh}} \left(\frac{1}{Y_{G,pl}} - 1 \right)$$

$$R_{G,rt} = I_{C,G_{rt}} \left(\frac{1}{Y_{G,pl}} - 1 \right)$$

5 – Adaptation de la phénologie (température) :

La phénologie de la plante étant uniquement calculé sur les températures, il faudrait voir a modifier celle-ci et l'adapter a un milieu tropicale.