

Indicateurs de séquestration du Carbone à l'échelle de l'exploitation agricole

Adaptation du modèle Hémin-Dupuis à l'Agriculture de Conservation en Tunisie

P. Autfray, P.Guillaume, F.Forest, A.Chabanne, O.Husson
Cirad Unité de Recherches SCV - Montpellier



UR SCV développe avec ses partenaires des outils pour le diagnostic et le pilotage des Systèmes de culture en association permanente avec des agriculteurs.

En Agriculture de Conservation (AC) la gestion des matières organiques du sol (MOS) est primordiale car elle détermine un potentiel de nutrition par voie biologique. Elle est aussi complexe en raison de la diversité des apports organiques concentrés à la surface du sol qui varient en quantité, en qualité et en proximité (Sa et al., 2001).

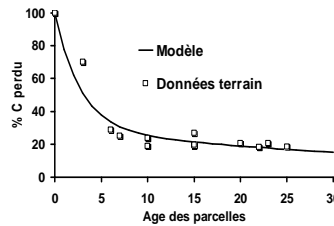
Le modèle Hémin-Dupuis (Hémin et Dupuis, 1945; Mary et Guérif, 1994; Bayer et al., 2006) est utilisé comme outil de simulation à l'échelle de l'exploitation agricole des évolutions des stocks en MOS (ou C organique) à la surface du sol (Fig.1). Quatre étapes possibles et applicables au contexte tunisien sont présentées.

1^{ère} étape: Diagnostic participatif: définition d'une valeur seuil critique en C organique et cartographie du statut organique du sol dans un réseau de parcelles (Fig.2)

Seuil Critique en C: référence définie par des critères de productivité des cultures
Il dépend de la texture du sol
 $C\% = (0.32 * (\% A + LF) + 0.87) / 10$ (Feller et Beare, 1997)
C = teneur en C sur 0-10 cm % A = teneur en argiles % LF = teneur en limons fins

2^{ème} étape: Détermination des pertes en C du sol en Systèmes Conventiennels (Fig.3)

C sol cultivé / C sol non cultivé =
 $C_{C_R} * e^{(k_{C_R} * \text{années})} + C_{C_L} * e^{(k_{C_L} * \text{années})}$
C_{C_R} = Carbone Compartiment à temps de renouvellement Rapide
C_{C_L} = Carbone Compartiment à temps de renouvellement Lent
k_{C_R} = coefficient de minéralisation de C_{C_R}
k_{C_L} = coefficient de minéralisation de C_{C_L}
k_C = estimation du k₂



3^{ème} étape: Estimation des apports de C stable au sol par les parties aériennes et racinaires; estimation des compléments en fertilisation azotée (Tab.1)

ISB (Indice de Stabilité Biologique; Linères et Djakovitch, 1993)
 $ISB = 2.122 - (0.02009 * \text{solubles}) - (0.02378 * \text{hémicellulose}) + (0.0084 * \text{lignine}) - (0.02216 * \text{cellulose})$
k₁ = %C total * ISB

Quantité de N nécessaire = quantité de C stable / 8 (Mary et al., 1994)
Bilan N organique = (MS totale * % N des apports) - N stable = Complément en N à fournir

Tab.1. Des analyses de fibres (méthode Van-Soest), du C et N total des apports permettent de mesurer ISB et donc le k₁ et faire une estimation de la fertilisation azotée nécessaire.

Culture	Partie	Analyse fibres				ISB	% C des apports	k ₁ estimé	% N des apports	MS totale (T/ha/an)	C stable (kg/ha/an)	N stable = C stable / 8 (kg/ha/an)	Bilan N organique (kg/ha/an)
		Solubles	Hémicellulose	Cellulose	Lignine								
Céréale (blé, orge, avoine)	aérienne	32	25	30	13	0.33	44	0.14	1.00	3.5	507	63	-28
	racines	17	30	35	18	0.44	44	0.19	0.50	0.5	97	12	-10
Légumineuse immature (sulla, luzerne, féverole)	aérienne	51	11	33	5	0.15	44	0.06	3.00	2.0	129	16	44
	racines	36	16	38	10	0.26	44	0.11	1.50	0.4	46	6	0
Légumineuse mature (sulla, luzerne, féverole)	aérienne	31	16	40	13	0.34	44	0.15	2.00	5.0	751	94	6
	racines	1	21	60	18	0.42	44	0.19	1.00	1.0	187	23	-13

4^{ème} étape: Modélisation Des stocks en C au sol et des compléments de N nécessaires (Tab.1 et Fig.3)

Systèmes de culture testés
Da = 1.5
%C au départ = 1.5
Stock 0-10 cm = 22.5 T / C / ha
SC k₂ = 3% donc 1.5% d'érosion et 1.5% de minéralisation
CA k₂ = 1.5%
Complément N moyen (kg N/ha/an)
S1. 10 kg
S2. 11.5 kg
S3. 38 kg
S4. 19 kg
S5. 22.5 kg

Fig.3. Comparaison de 5 systèmes de culture:

- S1. Système Conventiennel monoculture céréale
- S2. Système Conventiennel rotation céréale / légumineuse mature
- S3. Agriculture de Conservation monoculture céréale
- S4. Agriculture de Conservation rotation céréale / légumineuse mature exportée
- S5. Agriculture de Conservation rotation céréale / légumineuse mature restituée

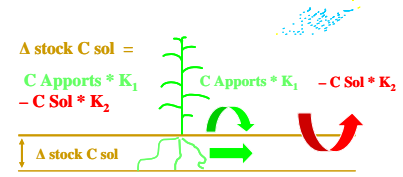
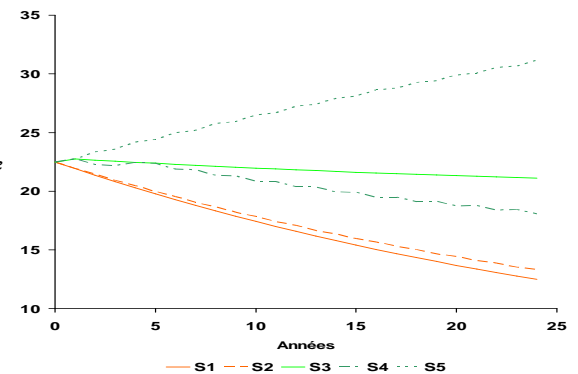


Fig.1. Modèle Hémin-Dupuis: $C_t = C_0 * e^{-k_2 t} + k_1 / k_2 * A * (1 - e^{-k_2 t})$
C_t = stock C à un temps t C₀ = stock de départ
k₂ = coefficient de minéralisation A = quantité C apporté
k₁ = coefficient d'humification

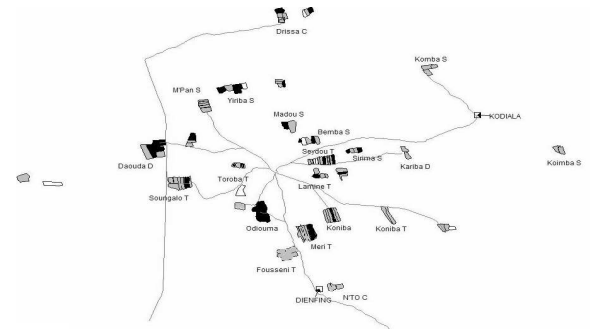


Fig.2. Cartographie à l'échelle du terroir et de l'exploitation de la teneur en C organique des parcelles par rapport à leur seuil critique en C.

Fig.3. Exemple d'étude synchronique des stocks en C du sol à un instant t; elle permet une estimation du k₂ (cas ici avec 2 coefficients).