

FERTILITE DU SOL : QUELS INDICATEURS COMPLEMENTAIRES ? BILAN 2011

C. CARDET
A. CHALINE

CDDL

ARELPAL
8.02.01.51 CC

I - But de l'essai

La fertilité des sols est une composante important du système légumier et maraicher en agriculture biologique. Cette étude multi site pluriannuelle a pour objectif la compréhension de la complémentarité des utilisations de la méthode « analyse BRDA-Hérody », analyse chimique classique et du profil cultural. Nos résultats doivent aussi permettre de comprendre, améliorer ou maintenir une fertilité optimale des différents types de sols à la fois en production sous abri et en culture plein champ dans le contexte agronomique de l'Anjou.

II - Matériel et Méthodes

Dispositif expérimental

Modalités de 1 à 5 : sites conduits en agriculture biologique en terre sableuse et sablo limoneuse en culture de plein champ ou sous abri.

Modalités 6 : site en production conventionnelle avec une succession de cultures radis/mâche.

Modalité	Mode de culture	Type de sol	Situation géographique	Mode production (nombre d'année en BIO)
1-	Abri (Tunnel 3)	Sol sableux (marne à huitre)	Beaufort en Vallée	AB (25 ans)
2-	Abri (Tunnel 5)	Sol sableux (sable éolien)	Beaufort en Vallée	AB (25 ans)
3-	Plein champ	Sableux	Longué Jumelles	AB (35 ans)
4-	Plein champ (parcelle A)	Limono sableux	St Georges / Layon	AB (20 ans)
5-	Plein champ (parcelle B)	Limono sableux	St Georges / Layon	AB (20 ans)
6-	Abri (Multichapelle)	Limono sableux	Villebernier	conventionnel

Caractéristiques des prélèvements et analyses

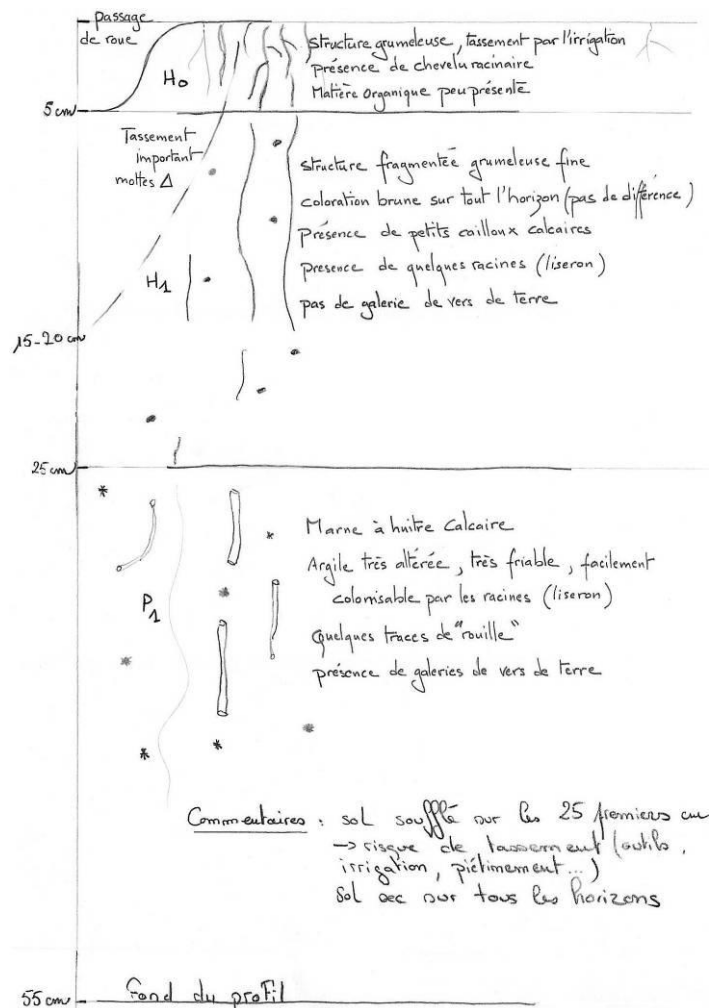
Les prélèvements pour les analyses chimiques ont été effectués en mai 2011, envoyés au Laboratoire de la Chambre d'agriculture du Loiret. Les profils de sol ont été effectués par le CDDL en octobre 2011 sur les modalités 1, 4 et 6 (annexes 1, 2 et 3).

TABLEAU 1

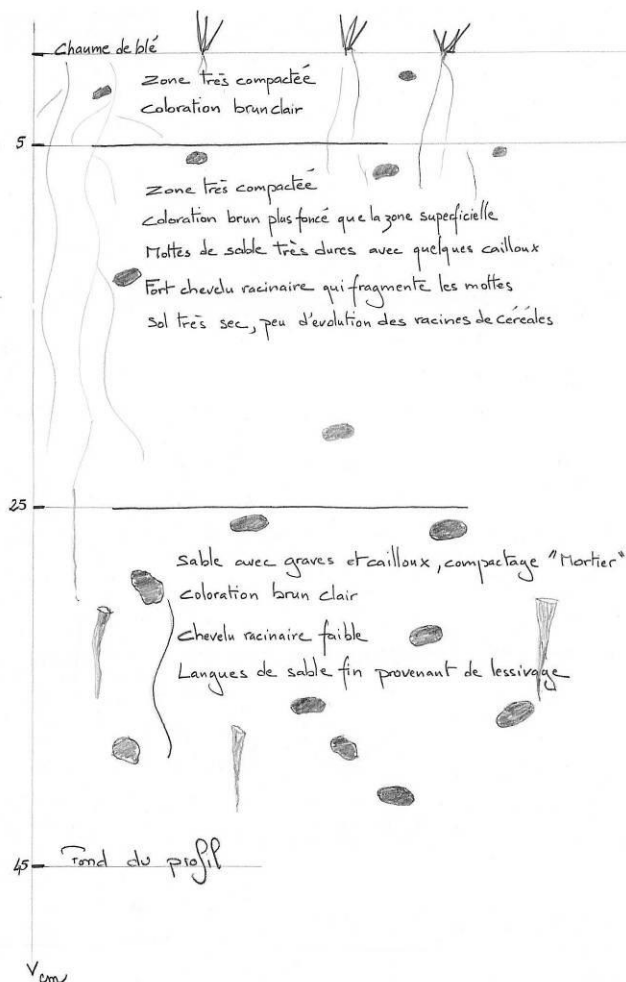
	printemps 2010	été 2010	automne 2010	hiver 2010-11	printemps 2011	été 2011	automne 2011	hiver 2011-12
abri sable T3	tomate aubergine poivron		salade radis navet		pomme de terre solarisation		mache radis navet	
abri sable T5	solarisation		mache radis navet		tomate aubergine poivron			
PC sable	couvert spontané			blé		couvert spontané		
PC limono sableux	engrais vert (féverolle)		engrais vert		pomme de terre echalote oignon haricot courgette		engrais vert	
PC limono sableux			engrais vert		courgette fenouil haricot celeri			engrais vert
Abri limono sableux	radis	mache		radis	mache		radis	
	analyse Hérody ↑		profil cultural ↑		analyse chimique ↑		profil cultural ↑	

III – Résultats/Discussion

Les résultats d'analyse chimique sur 5 années (2006, 2007, 2009 et 2011) sont à mettre en perspective au regard des résultats d'analyses Hérody et des profils effectués pour une même parcelle depuis le début de cette expérimentation. Les modalités 1 et 2 gardent une disponibilité importante voire excessive en éléments étant donné le type de sous-sol. Les parcelles 4 et 5 maintiennent une richesse en éléments minéraux très correcte qui est liée au type de texture de sol et au système de production maraîchère plein champ. La parcelle plein champ en sable perd régulièrement de sa disponibilité en éléments nutritifs en l'absence d'apport d'entretien et vu le type de sol très drainant. La modalité 6 avec des successions rapide de cultures (radis/mâche) maintien une disponibilité satisfaisante en éléments nutritifs.



Annexe 1 : profil cultural (abri T3) à Beaufort en Vallée



Annexe 2 : profil cultural Longué Jumelles

TABLEAU 2

modalité	type sol	année	pH	MO	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Zn	Mn
1	abri sable T3	2006	8,74	32,6	1013	469	10116	560	0,57	3,8	6,7	12,7
		2007	8,59	32,6	1559	447	9915	613	0,63	4,4	7,2	12,9
		2009	8,73	31,0	1100	443	10870	623	0,57	4,6	6,8	13,2
		2011	8,66	30,2	94	422	10584	608	0,64	3,7	5,9	12,1
2	abri sable T5	2006	8,71	16,4	739	307	3357	259	0,4	6,3	8,6	31,3
		2007	8,80	20,0	957	409	4525	333	0,5	6,4	7,6	22,4
		2009	8,81	20,4	885	356	4991	350	0,5	7,5	7,5	27,4
		2011	8,76	20,6	119	308	4946	304	0,5	6,8	7,6	24,7
3	PC sable	2006	6,71	9,4	184	146	821	89	0,19	2,9	4,9	49,7
		2007	6,77	11	144	119	701	77	0,12	2,1	3,8	27,2
		2009	6,57	7,8	117	100	562	62	0,10	3,1	3,9	36,2
		2011	6,78	10	62	96	668	76	0,09	2,2	3,8	28,3
4	PC limono sableux	2006	7,64	22	320	430	3660	170	0,56	3,69	1,97	54
		2007	7,93	22,6	397	301	2858	166	0,41	5,4	2,7	48,1
		2009	7,86	22,4	373	349	2693	163	0,41	7,4	2,9	79,4
		2011	8,04	22	108	272	3110	178	0,39	6,8	3,3	67,1
5	PC limono sableux	2006	7,37	25,8	314	433	3322	266	0,49	8,3	4,1	56
		2007	7,81	26,6	360	509	3301	209	0,42	5,2	2,5	51,5
		2009	7,71	22,2	291	322	3085	185	0,4	5,6	2,2	73,1
		2011	8,01	25,6	125	279	3423	205	0,38	5,1	3	57,6
6	Abri limono sableux	2006	6,88	12,8	174	182	1468	349	0,95	3,6	5	63
		2007	6,91	12,8	245	397	1458	449	1,03	3,3	4,5	53
		2009	7,16	9,6	219	420	1317	404	1,11	3,1	4,5	36,5
		2011	7,38	10,8	137	281	1364	395	1	2,9	3,5	36,5

excès
normal
carence

Parcelle Beaufort en Vallée

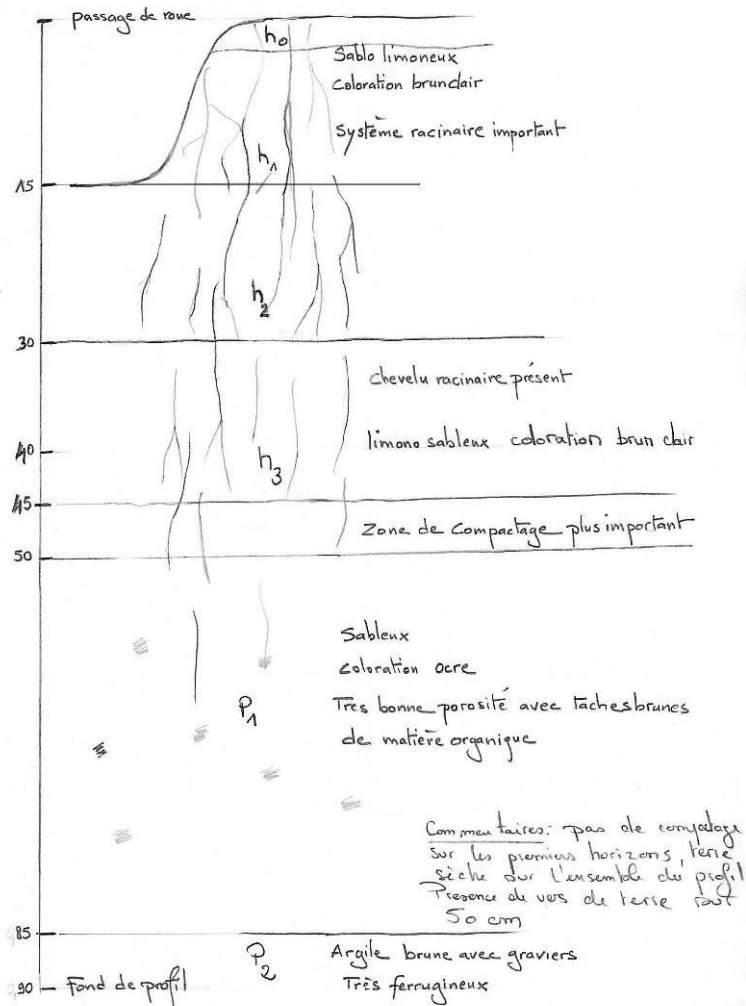
Pour les deux parcelles, la richesse en éléments et oligo-éléments est importante avec des excès important en phosphore, calcium, magnésium et potasse dans le tunnel T3. Les analyses sur 5 ans varient peu comme elles sont liées principalement au type de sous-sol constitué de marne argileuse (argile coquiller). Au printemps les dégâts de taupin sur la pomme de terre en T3 ont été très important et l'excès de matière organique présent dans ce tunnel est un élément d'interprétation.

Le profil est réalisé dans le tunnel 3 après solarisation (annexe 1). La coloration brune est homogène sur les 25 premiers centimètres ensuite nous avons un horizon pédologique brun clair avec une altération de marne à huitres jusqu'à 55 cm de profondeur. Avec la solarisation le sol est sec sur tout l'horizon cultivé et on observe une légère fraîcheur ensuite. Le sol de texture sableuse est soufflé et le risque de tassement est important dans le cas d'un important arrosage au semis (culture de mâche). Après la solarisation une réhydratation progressive du sol est indispensable pour éviter les zones de stress hydrique. La partie superficielle d'environ 25 cm a une structure sableuse colonisée par les racines de liseron qui indique l'effet partiel de la solarisation sur ce type d'adventice pérenne. L'horizon suivant d'environ 30 cm est très friable d'où une porosité importante avec des galeries de vers de terre et des racines de liseron. Les galeries de vers de terre sont principalement dans l'horizon pédologique.

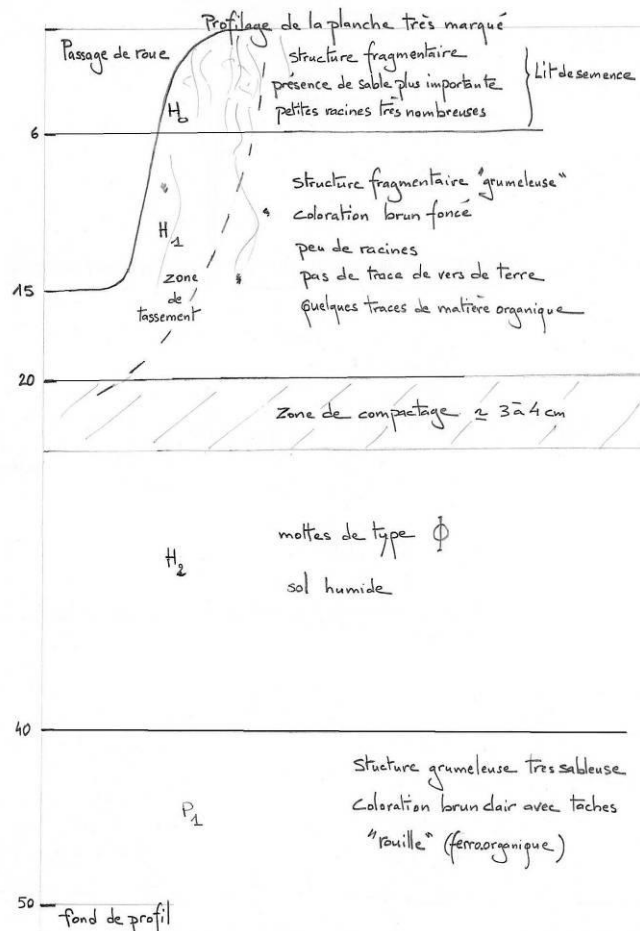
Longué Jumelles

La modalité 3 très sableuse présentait les 3 premières années une diminution rapide de la plupart des éléments et oligo-éléments du sol avec entre autre une décalcification importante. Les résultats 2011 montrent que nous arrivons sur un plancher puisque la richesse en éléments et oligoéléments reste équivalente à 2009 voire légèrement meilleur si on regarde le calcium, la magnésie et le taux global de matière organique. Par contre cette analyse ne peut pas confirmer le phénomène d'accumulation en profondeur de matière organique NiNi (analyse Herody 2008 et 2010) ni la diminution des MOF sur 4 ans, indicateur du manque de matière organique disponible pour la vie microbienne du sol.

Le profil de sol en 2009 montrait sur presque toute sa hauteur des « langues » de lessivages constituées de sable fin très clair qui débutent dès 15 cm de profonde alors qu'en 2011 elles ne sont présentes qu'à partir de 25 cm sûrement du fait du couvert végétal « blé » en période hivernal. Le sol a une couleur brun très clair légèrement plus foncé jusqu'à 25 cm ensuite la couleur brun clair est nette dans l'horizon pédologique « graveleux » constitué cailloux alluvionnaires. Ce sol a une réserve hydrique extrêmement faible avec une vie microbienne qui fonctionne par à-coup auquel cas les racines de céréales sont restées intactes 2 mois après récolte. L'absence d'humidité La structure sableuse du sol et le couvert végétal est le seul moyen de maintenir une structuration du sol et une vie biologique en continue.



Annexe 3 : profil cultural (parcelle A) St Georges/Layon



Annexe 4 : profil cultural Villebernier

St Georges / Layon

Pour les deux parcelles, la richesse en éléments est correct sans excès majeur avec un bon rééquilibrage en potasse comme le souligne les deux dernières analyses. Le taux de calcium échangeable s'améliore suite à un chaulage d'entretien en 2011 (400 kg/ha parcelle A et 600 kg/ha parcelle B) pour stopper le phénomène de désaturation observé par les analyses en 2010. Le taux de matière organique est stable dans les deux analyses sachant qu'il faut privilégier les composts jeunes, fumier frais et engrais vert jeune au vu des précédents diagnostics pour maintenir un taux plus élevé de MOF et satisfaire l'alimentation des micro-organismes.

Sur le profil de la parcelle A, nous avons jusqu'à 30 cm un sol brun foncé de coloration homogène avec une structure souple fine à assez grumeleuse (mottes de type Γ et Φ). A partir de 30 cm la texture du sol est plus sableuse avec un phénomène de compactage croissant jusqu'à 50 cm mais qui reste tout à fait acceptable. L'exploration racinaire de ces deux horizons est importante. Ensuite, la structure de la zone P1 (limon sableux ocre) est dense mais pas compactée avec quelques taches brunes de matière organique. A partir de 85 cm nous avons un nouvel horizon pédologique plus argileux avec du gravier grossiers et des traces d'hydromorphie temporaire. Le changement de méthode de travail du sol avec les planches permanentes n'a pas provoqué jusqu'à maintenant de phénomène de compactage même au niveau des passe pieds.

Villebernier

Cette parcelle sous abri multichapelle a comme chaque année depuis le début de l'expérimentation le même assolement avec 4 cultures de mâche (en été) et 3 cultures de radis (automne-hiver). Ce site permet de voir l'impact de rotation rapide sur les différents compartiments de la matière organique et l'évolution de la richesse en éléments nutritifs. Au vu de l'analyse chimique, le sol est largement pourvu en éléments fertilisants (potasse, magnésium, phosphore) et le chaulage de fin 2010 (2 T/ha de plâtre agricole) semble stabiliser la diminution du calcium échangeable ce qui sera à vérifier en 2012 via l'analyse Herody. La matière organique totale ré augmente légèrement et en 2012 nous vérifieront si on observe une amélioration du taux de Matière Organique Fugitive avec l'analyse Herody.

Sur le profil où vient d'être semé une 4^{ème} culture de mâche, nous observons 3 horizons agricoles et 1 horizon pédologique sur 50 cm de profondeur. L'intensité de la couleur brune permet de différencier la partie cultivée des horizons pédologiques. La structure est continue avec une présence très faible de galeries de vers de terre sur l'ensemble du profil. A 20 cm on observe comme souvent une zone compactée de 3-4 cm sans accumulation majeure de particules fines (sablage de la mâche) lié au travail du sol superficiel effectué entre chaque culture de mâche. L'horizon h_2 a une structure dense avec des mottes Φ et une humidité importante lié à un apport d'eau trop conséquent sur cette zone. L'horizon pédologique P_1 de type limono-sableux brun clair présente des concrétions ferro-manganiques comme en 2009 et non observé en 2010.

IV - Conclusions

Les résultats de cette année confirment les évolutions suivantes.

- On remarque que les phénomènes de lessivage s'observent principalement en plein champ et que l'accumulation ou l'excès en éléments fertilisants s'observent sous abri.
- Avec un sol pédologique riche en éléments nutritifs et proche de la surface (30-40 cm de profondeur), le sol cultivé exprime nettement l'influence du sous-sol par la teneur élevée en éléments fertilisants dont le calcium et le magnésium.
- Les analyses cette année montre une stabilisation de la diminution du taux de calcium échangeable au vu des apports effectués en 2010 suite aux analyses Hérody démontrant la désaturation en calcium pour certaines parcelles (modalités 3, 4, 5 et 6). Cette désaturation étant liée aux rotations rapides mise en place.
- Les taux globaux de matière organique semblent stables même dans le cas de la parcelle très sableuse en plein champ (modalité 3). En 2012 nous vérifierons que la matière organique fugitive (MOF) utile pour la vie biologique du sol s'améliore globalement comme elle était en nette diminution de 2006 à 2010.
- Les profils pédologiques montrent que les sols restent fragiles en cas de rotation courte et les phénomènes de lessivage et d'hydromorphie peuvent apparaître rapidement et à n'importe quel moment de la saison.

En conclusion les différentes analyses et les profils de sol confirment que la disponibilité en élément du sol dépend directement de la richesse du sous-sol et des pratiques agricoles d'apport (chaulage, amendement organique). De plus la présence ou non d'abri plastique renforce la richesse ou concentration des éléments fertilisants au niveau du sol vu l'absence de lessivage lié à la pluviométrie naturelle. Le couvert végétal hivernal prend donc tout son sens dans ce contexte plus la texture du sol est sableuse. La compréhension de l'évolution des compartiments de la matière organique (HS, MOF, NiNi) pour stimuler la vie microbienne du sol seront étudiées une dernière fois en 2012 pour finaliser ce travail pluriannuel et multi sites en Anjou.