

INFLUENCE DU TYPE DE SOL SUR LE COMPORTEMENT D'UNE CULTURE DE CAROTTES

Conséquences pour la thématization cartographique ⁽¹⁾

B. NICOULLAUD ⁽²⁾

RESUME

L'objectif de cet article est de présenter une recherche des lois de variations des relations plantes-milieu afin de pouvoir utiliser les cartes de sols pour l'élaboration de cartes thématiques conçues comme outils d'aide à la décision.

Le cas étudié est celui des cultures légumières de plein champ (Carottes, Var Amsterdam Bak) de la région laonnaise. Les producteurs locaux éprouvent des difficultés de choix des parcelles en raison des exigences de la production et de la variabilité des sols. Des enquêtes et des expérimentations ont été réalisées après une analyse du schéma d'élaboration du rendement. Les résultats ont permis de séparer l'effet propre de la densité de peuplement de celui des caractéristiques permanentes des sols cultivés. Celles-ci influent sur la précocité, la qualité du produit récolté et sur les risques de stress hydriques.

Ces résultats ont facilité la réalisation d'un classement d'aptitude des terrains que l'on a par la suite traduit en carte thématique.

MOTS CLES : Type de sol - Carotte - Carte de sol - Aptitude culturale - Carte thématique.

KEY WORDS : Soil type - Carrot - Soil map - Cultural aptitude - Thematic map.

INTRODUCTION

La production agricole est soumise à des contraintes diverses d'ordre économique et agronomique. Dans le cas de cultures légumières de plein champ à destination industrielle, les conditions de la production sont très spécifiques en raison des accords contractuels qui lient les différents partenaires.

C'est à la demande de producteurs de la région Laonnaise que nous avons effectué une étude sur les cultures de petites carottes (var, Amsterdam Bak) destinées à l'industrie. Pour ces agriculteurs, une des exigences majeures, tant du point de vue économique que de celui des successions culturales, est de pouvoir disposer de tonnages importants et de qualité en période précoce (fin juin). Pour atteindre au mieux ces objectifs, les producteurs ont deux décisions cruciales à prendre : le choix des parcelles et celui de la date de semis.

Nous avons choisi d'élaborer des systèmes d'aide à la décision afin d'améliorer les critères de choix des producteurs. Pour cela, nous avons adapté les règles de décisions aux caractères permanents du milieu (climat moyen, caractéristiques pédologiques). Cela permet ainsi d'utiliser les documents existants, telles les cartes de sol, pour réaliser une généralisation cartographique des systèmes élaborés.

(1) Ce travail a été réalisé à la station INRA-AGRONOMIE de Laon.

(2) INRA-SESCPF. Centre de Recherches d'Orléans. Ardon, 45160 Olivet.

avec le temps de végétation jusqu'à un optimum, puis diminue lorsque les carottes dépassent les calibres recherchés. Le rendement optimal est obtenu d'autant plus tard que le peuplement est important (BUSSEL, 1973 ; SALTER *et al.*, 1980). Le potentiel de rendement est donc tout d'abord déterminé par le peuplement initial. Cependant, ces relations ne peuvent s'appliquer qu'à des peuplements de caractéristiques comparables (même étalement à la levée...).

3. Choix de l'hypothèse de travail

Nous avons confronté les données bibliographiques traitant du rôle des conditions de milieu sur la croissance d'un peuplement de carottes à la caractérisation de la variabilité du climat et des sols de la région d'étude (NICOUILLAUD, 1988).

Ce travail a suggéré de poser comme hypothèse que des comportements différents de la culture pouvaient apparaître en fonction des propriétés hydriques et thermiques des sols cultivés.

B) Mise en place du dispositif d'enquête

Les enquêtes se situent à plusieurs niveaux d'investigation afin de séparer l'effet de la densité de peuplement sur le rendement, de celui des facteurs influant sur la croissance. Dans ce dernier cas, nous avons exprimé le temps de végétation par la somme de température jugée plus pertinente.

Dans une première enquête portant sur deux années climatiques (1985-1986), nous avons pris en compte le rôle de la densité de peuplement sur les potentialités de rendement atteintes. Les données sont recueillies pour l'ensemble des parcelles, tous terrains confondus.

Dans une seconde enquête menée en 1986, nous avons privilégié l'analyse de l'influence de la variabilité des sols sur les composantes du rendement. Des parcelles types, situées sur les sols les plus représentatifs de l'aire de production, ont été choisies afin de réaliser des suivis de couples de stations où la seule variable qui diffère est le type de sol. Cependant, les races étudiées varient selon les parcelles-types.

La nature des sols est régie par la profondeur d'un épandage superficiel sableux (Sables de Sissonne) recouvrant plus ou moins profondément un substrat de craie tendre (RIVIERE *et al.*, 1970 ; SOLAU, 1980). On peut les séparer en deux grands groupes : les sols sableux profonds et les terres blanches.

Les terres blanches sont constituées de :

a : Sols rendziniformes, de texture limoneuse en surface, très calcaires, de couleur claire, en général caillouteux, à craie fissurée apparaissant vers 20 cm de profondeur.

b : Sols plus profonds (appelés sols sableux sur craie dans cet article), de texture sableuse à sablo-limoneuse en surface, de couleur gris brun pâle à charge plus ou moins élevée en cailloux et graviers calcaires, à substrats crayeux cryoturbé ondulant, apparaissant entre 30 à 50 cm de profondeur.

Les sables profonds sont situés soit en fond de talwegs, soit sur plateau. Dans les talwegs, ces sols issus du colluvionnement des précédents présentent un horizon de surface sableux, de couleur brun jaune, saturé en calcium ou faiblement calcaire. Il est séparé du substrat crayeux profond (d'au moins 60 cm) par un niveau sablo-calcaire jaunâtre. En situation de plateau, des horizons sablo-argileux à argilo-sableux peuvent s'intercaler en profondeur au-dessus de la craie.

Les parcelles choisies contiennent donc systématiquement des sols sableux sur craie, et des sables profonds. L'implantation des sites est facilitée par l'utilisation de la carte des sols de l'Aisne (à l'échelle 1/25 000).

C) Observations effectuées

Dans la première enquête, nous avons évalué les potentialités de rendement par des observations portant sur la densité des peuplements parcellaires et par le recueil des rendements atteints à la récolte (résultats d'usines).

Dans la seconde enquête, des observations portant sur la phase semis-levée ont été effectuées pour l'ensemble des stations. Le peuplement est caractérisé par l'étalement de la levée, la date moyenne de levée et la densité au mètre linéaire (ml).

Sur un couple de stations, on s'est attaché à suivre les conséquences de différences observées à la levée sur le rendement final. Des mesures sur les plantes (tab. I) et sur les conditions de milieu, suivi hydrique et mesures journalières des températures du sol, ont été réalisées.

Tableau I : Données recueillies au cours des enquêtes.

Data stored during the inquiries.

<u>Ensemble des parcelles</u>	
1985	peuplement, rendement net (usine), identification qualitative des facteurs limitants le peuplement.
1986	idem, plus suivi de la levée.
<u>Couples de stations</u>	
1986	Mêmes observations, plus conditions de semis et analyses physico-chimiques des horizons de surface.
<u>Pour 1 couple</u>	
	- Mêmes observations, plus courbe de croissance (moyenne de six placettes, soit 2.400 individus environ), dynamique de l'enracinement, rendement final (biologique), analyses de plantes.
	- Contrôle des états du sol (structural, chimique, hydrique), mesure journalière de la température du sol à 5 et 10 cm de profondeur (thermomètre à maxi-mini), pluviométrie journalière.

II. MISE EN EVIDENCE DES DIFFERENCES DE COMPORTEMENT DE LA CULTURE

A) Enquête portant sur l'ensemble des parcelles

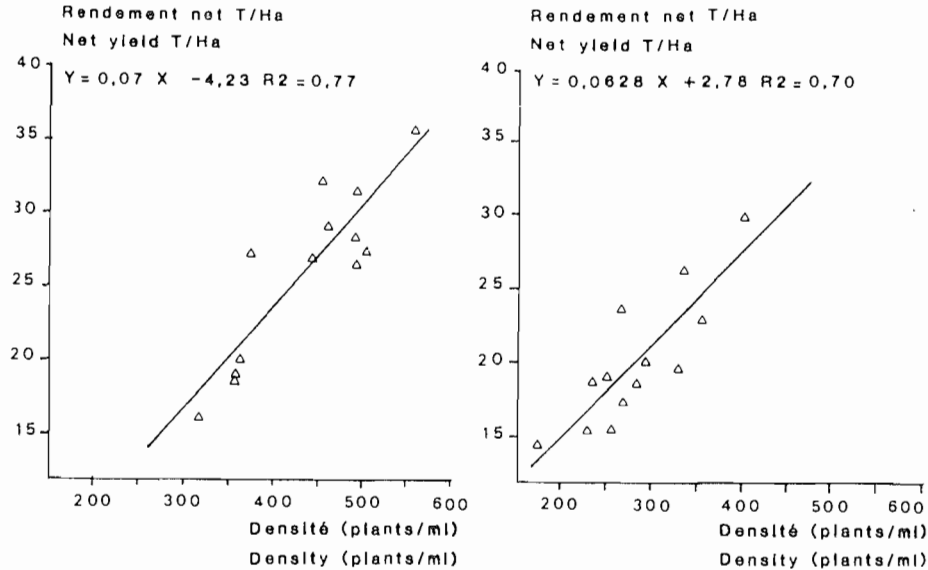
L'interprétation est réalisée par périodes de semis successives, qui s'étalent sur 6-7 jours chacune (et les dates de récolte sur une semaine à 10 jours) ; pour chaque campagne (1^{er}, 2^e semis...) toutes les parcelles ont subi sensiblement les mêmes conditions climatiques. En fait, les semis tardifs (après le 15 avril) n'ont pu être utilisés en raison de fortes différences de conduite technique (irrigation) entre les parcelles, ou de peuplement initialement très hétérogènes (deux levées).

Les dates de récoltes sont déterminées pour chaque parcelle par le conseiller de la coopérative au vu de l'état de la culture et de son évolution probable. Pour cela, il tient compte des impératifs de production et du fait qu'à peuplement faible le taux de hors norme (diamètre > 20 mm) augmente vite (tab. II) et que pour un peuplement élevé, un arrachage trop précoce accroît fortement les déchets (diamètre < 8 mm).

Tableau II : Exemple de la répartition des calibres en fonction de la densité pour une date de récolte.

An example of the grade distribution relating to density for a time of harvest.

Date de semis	Date de récolte	Type de sol	Densité /ml	Ø < 8 mm % poids frais	Ø > 20 mm % poids frais
18/4/1985	29/7/1985	Sable profond (Même parcelle)	< 150	2	23
18/4/1985	29/7/1985		350-400	5	1
18/4/1985	29/7/1985		> 500	10/14	0



1^{er} SEMIS DE CAROTTES - Mars 1985

2^{eme} SEMIS DE CAROTTES - Avril 1985

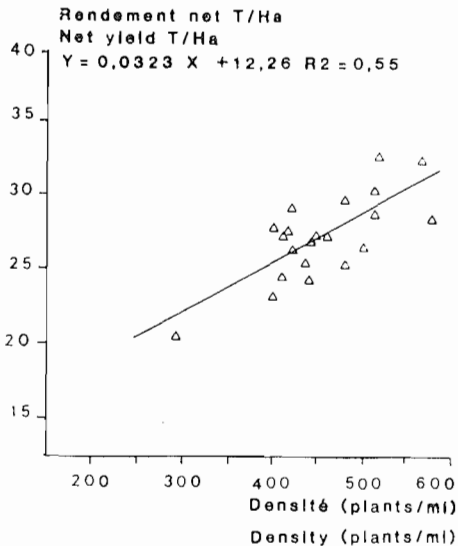


Figure 2 : Relations entre le rendement net et la densité de peuplement pour 2 années culturales.

Relationships between net yield and plant density at 2 cultural years.

La figure 2 montre qu'une relation linéaire significative au seuil de 1 % est obtenue pour les trois dates de semis précoces entre le rendement et la densité de peuplement. On observe également que des peuplements inférieurs à 300-350 plants/mètre linéaire ne permettent pas d'atteindre un objectif de 25 t/ha (pour 65 à 75 j de végétation) pour les conditions de milieu étudiées. On peut remarquer, que les densités de peuplement varient du simple au double dans chaque période de semis. Dans cette gamme de variation, et dans le cadre des pratiques locales (temps de végétation, délais), le peuplement initial détermine fortement le potentiel de rendement pouvant être atteint.

B) Comparaison des caractéristiques de la levée en fonction des terrains

L'objectif poursuivi était de donner l'ordre de grandeur de différences pouvant apparaître selon les types de sols. Les caractéristiques des horizons de surface des principales stations suivies sont données dans le tableau III.

Tableau III : Caractéristiques physiques des couples de stations utilisés
Physic characteristics of the studied situations.

Parcelles	A *	LF *	LG *	SF *	SG *	MO *	CaCO ₃ *	pH eau	Pierrosité totale (%)	Cailloux (%)	
L1	S	11,0	4,7	7,7	60,4	16,2	1,5	1,0	7,8	30	20
	S/C	12,3	8,3	6,9	52,2	20,3	1,3	14,1	8,3		
I1	S	5,9	0,6	5,9	69,7	17,9	2,0	1,5	7,8	37	20
	**S/C	7,6	0,7	9,5	66,1	16,1	3,1	26,0	7,9		
D1	S	7,6	1,3	1,3	74,3	15,5	1,2	1,6	7,3	35	0
	S/C	14,5	10,8	4,3	55,8	14,6	2,3	22,5	7,9		
S1	S	8,1	1,8	1,6	75,6	12,9	1,5	4,3	8,0	40	15
	S/C	13,8	10,6	5,7	54,4	15,5	2,1	33,0	8,0		

* Résultats exprimés en pourcentage de terre fine.

** Granulométrie après décarbonatation.

1. Pertinence des observations par rapport à la variabilité temporelle climatique

Les conditions climatiques de l'année 1986 s'écartent légèrement des médianes d'une série chronologique de 25 ans. Les températures de début avril sont un peu plus fraîches et le déficit hydrique observé en début juin (71 mm) est un peu supérieur à un déficit de 50 mm présent 8 années sur 10. Les observations de 1986 peuvent donc être considérées comme représentatives des conditions climatiques les plus fréquentes.

2. Etalement de la levée

Les courbes de levées (fig. 3) sont sensiblement parallèles par couples de stations mais elles diffèrent entre chaque parcelle ; 7 à 13 jours ont été nécessaires à la levée de 80 % de plantules. Les variations observées sont dues à plusieurs facteurs comme l'énergie germinative des divers lots de semence utilisés et les conditions influant sur la température du sol. En effet, la situation de chaque parcelle (exposition, abri du vent...) mais aussi la température de l'air au moment de la levée (3,1°C du 10 au 14 avril 1986, 7,1°C du 15 au 19) ont pu jouer.

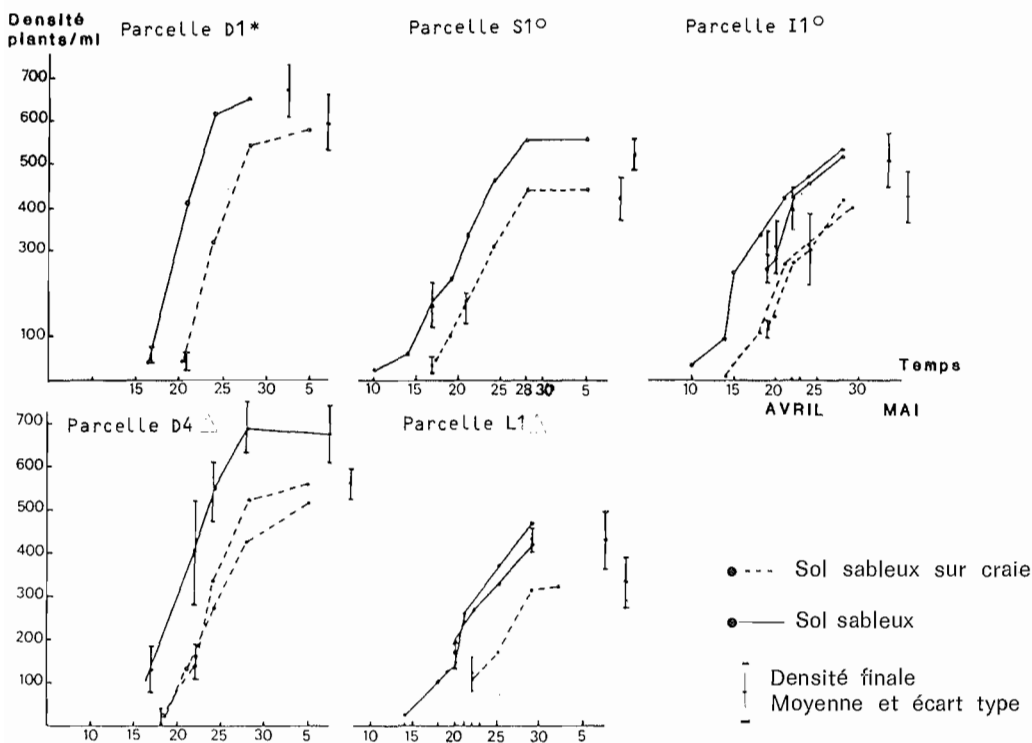


Figure 3 : Caractéristiques de la levée en fonction des terrains (année 1986, mois d'avril-mai)

Carottes variétés Amsterdam. Races : ★ Baby long △ Pop Vriend ○ Wav 951
 Characteristics of the emergence relating to lands (year 1986, month april-may).

3. Date de levée

Systématiquement, la levée en terrains sableux profonds est 3 à 5 jours plus précoce que celle des terrains de sables sur craie (fig. 3). Les mesures de température du sol (à 5 cm) donnent des sommes de température d'environ 214° J (base 0) pour 50 % de plantes levées, avec une moyenne journalière supérieure d'environ 1°C dans les sols sableux profonds.

4. Densité de peuplement

Elle est toujours plus élevée en terrains sableux profonds, de l'ordre de 10 à 25 %, et la différence est d'autant plus grande que la charge en éléments grossiers des sols sur craie est élevée. Cependant, il existe des différences importantes entre parcelles qui montrent l'importance de la maîtrise des techniques culturales (densité de semis...).

C) Conséquences sur l'évolution du peuplement végétal

Rappelons que les observations suivantes n'ont été réalisées que sur une seule parcelle et pour un couple de stations.

1. Mise en place de l'appareil foliaire :

Si le nombre de feuilles est proche d'un type de sol à l'autre, le poids, donc la taille diffèrent fortement ; à la fin mai, le poids de feuilles en terrain sableux profond est le double de celui en sable sur craie.

2. Mise en place du système racinaire :

Elle est plus rapide (profondeur) et intense (volume) pour les sables profonds. Cependant, à la mi-juin, seules les racines en sable sur craie atteignent les substrats crayeux (fig. 4). Dans cette situation, l'alimentation hydrique de la culture semblait bien assurée, en raison de la forte réserve utile en eau de la craie et des possibilités de remontées capillaires (BALLIF, 1980-1981 ; BOIFFIN *et al.*, 1982), alors qu'un stress hydrique était observé dans les sables profonds sur certaines zones mal irriguées.

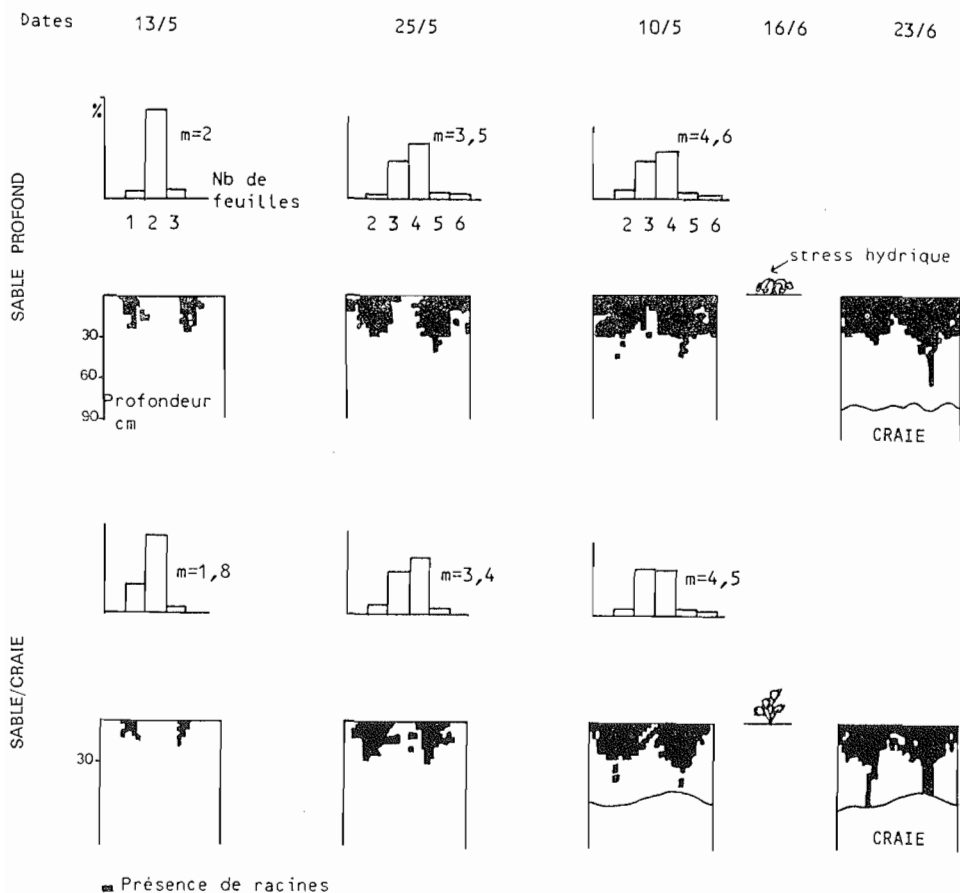


Figure 4 : Mise en place du système racinaire et de l'appareil foliaire. (Les rangs sont les mêmes pour les deux stations).

Development of the root system and the shoot apparatus (the rows are the same at the two plots).

3. Production totale de matière sèche :

Les courbes de croissance en fonction du temps montrent des évolutions relativement parallèles, avec un décalage de 5 jours environ, légèrement supérieur à celui observé à la levée (fig. 5).

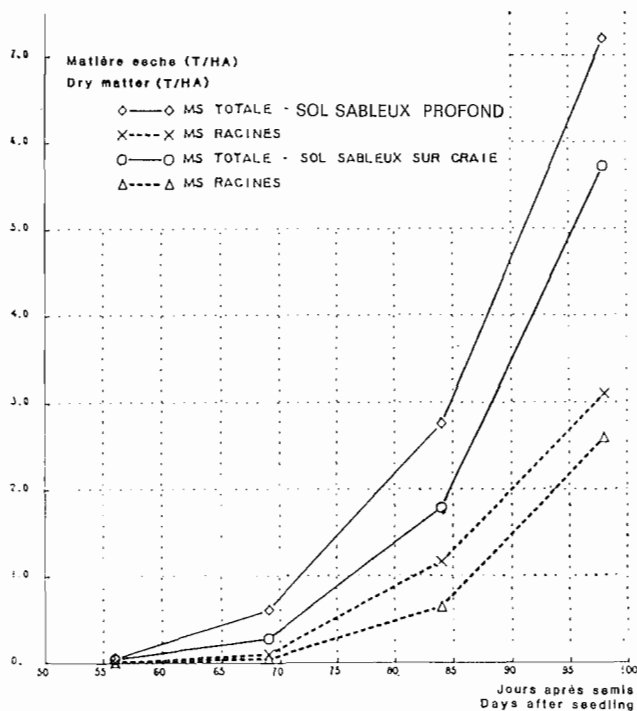


Figure 5 : Courbes de croissance des petites carottes en fonction du temps.

Growth curves of small carrots relating to time.

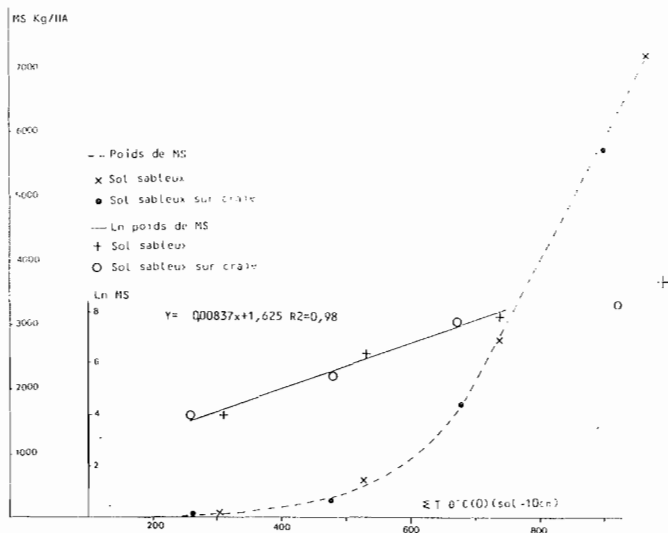


Figure 6 : Relation entre le poids de matière sèche et la somme de température du sol reçue après la levée.

Relationship between the dry matter weight and the soil heat sum accumulated after the emergence.

Si nous exprimons cette production en fonction de la somme de température du sol (à 10 cm de profondeur), les valeurs des deux stations peuvent être situées sur la même courbe, d'allure exponentielle pour les trois premières récoltes (fig. 6).

En l'absence de déficit hydrique important, la température du sol semble être le principal facteur expliquant l'effet sol sur le comportement du peuplement de carottes.

4. Rendement final de matière fraîche (tab. IV) :

Pour des peuplements sensiblement équivalents (S1 et S3), les rendements bruts sont supérieurs (6 t) dans les sols sableux à levée précoce. Cette différence augmente encore quand l'alimentation hydrique n'est pas limitante. En rendement net, on récolte une dizaine de tonnes environ en plus dans les terrains sableux en raison de la proportion plus importante de racines non conformes (tordues, fourchues) en sol sur craie (pierreosité).

Tableau IV : Rendement final en matière fraîche (Parcelle I₁).

Final yield of fresh matter (Parcel I₁).

	Densité Pl/ml	Rendement brut (t/ha)	Pourcentage des calibres (mm)					Rendement net (t/ha)
			8 mm	8-14	14-18	18-20	Non conformes	
Sable } S1*	403	39,4	1,6	36,7	53,4	4,1	4,2	37,1
profond } S2**	356	43,3	0,6	26,5	53,5	15,4	4,0	41,3
Sable /craie S3	417	33,4	2,6	35,6	44,2	2,5	15,1	27,3

* Station où un déficit hydrique est observé.

** Station bien irriguée.

Dans nos conditions expérimentales, nous nous sommes placés en situation de nutrition minérale non limitante et nous avons pu identifier les stations où se sont produits des stress hydriques. Selon les terrains, des différences importantes de date de mise en place et de développement de l'appareil foliaire sont apparues. Elles n'ont jamais pu être compensées du fait de récoltes réalisées en pleine croissance. A cette période, l'inter rang en sol sableux sur craie n'est toujours pas recouvert par le feuillage, alors qu'il l'est en sol sableux depuis une semaine au moins. Ces différentes capacités d'interception du rayonnement solaire expliquent les écarts de production entre les deux situations.

D) Conclusion

Nous constatons un décalage de quelques jours à la levée entre les types de sols. Cet écart est amplifié à la récolte (fin juin) dans le cas d'une conduite technique optimale. Dans ce système de production, les différences de rendement qui en résultent prennent une importance économique considérable compte tenu des prix du produit à cette période.

Dans les sables profonds, les facteurs limitants principaux à l'expression du potentiel sont l'alimentation hydrique, puis le réchauffement printanier alors que dans les sables sur craie, c'est ce dernier qui est prépondérant.

III. ELABORATION DES CARTES THEMATIQUES

Nous avons mis en évidence que les terrains présentent des degrés d'aptitude différents à la culture des petites carottes de plein champ et qu'un problème réel de choix de parcelles se pose aux producteurs.

Nous avons proposé des améliorations techniques et des choix stratégiques (NICOU-LAUD, 1988) : élaboration de cartes thématiques pour aider au choix des parcelles et adaptation des calendriers culturaux.

Pour la production de cartes thématiques, il est nécessaire de disposer, d'une part, de documents de description du milieu et, d'autre part, de réaliser un classement des aptitudes culturales des différents terrains (fig. 7).

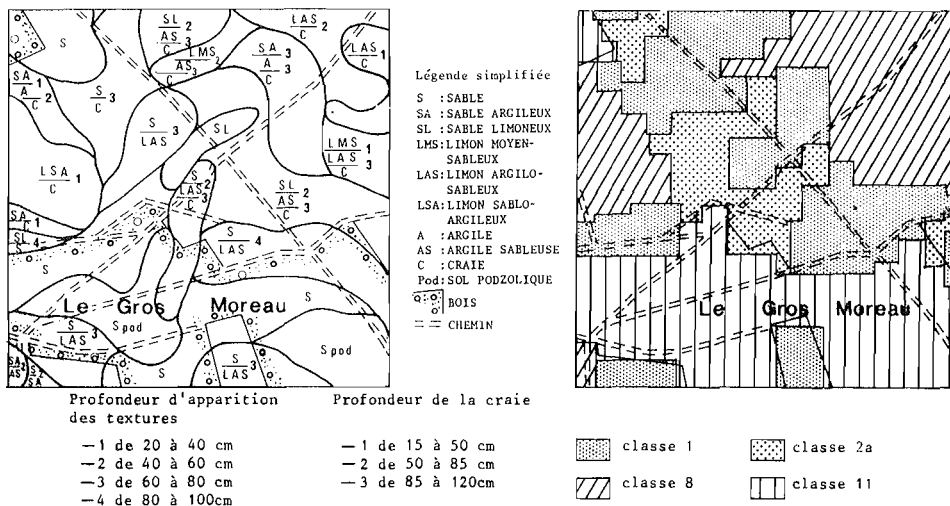
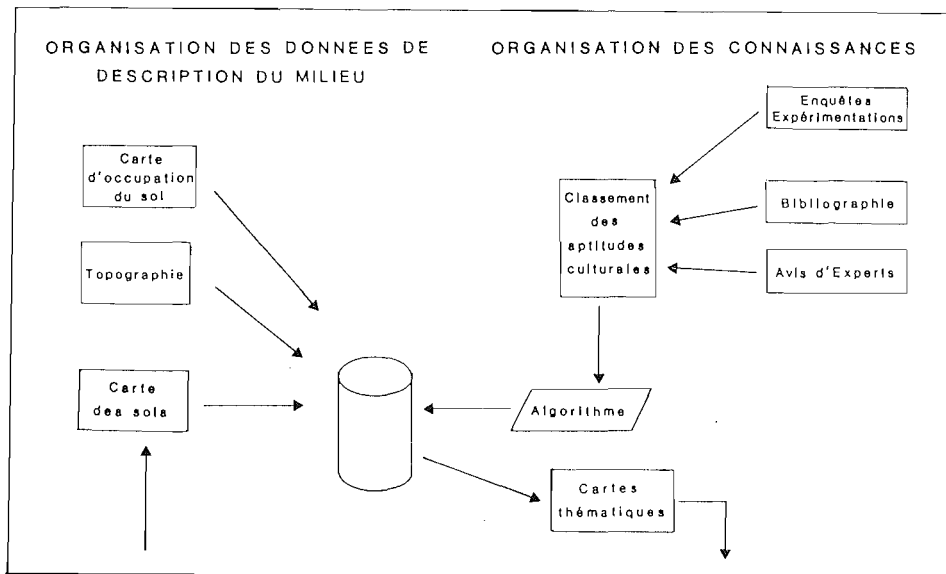


Figure 7 : Schéma d'élaboration des cartes thématiques (agrandissement des cartes à 1/10 000).

Pattern o the elaboration of thematic maps (enlargement of maps to 1/10 000).

A) Documents de description du milieu

Nous avons utilisé comme documents de base la carte des sols de l'Aisne (échelle 1/25 000, feuille Laon 3-4) et réalisé une carte d'occupation du sol où les zones de culture et les secteurs urbanisés sont différenciés. Les données topographiques sont disponibles par l'acquisition du fichier numérique de terrain de l'Institut Géographique National qui fournit en chaque point d'une maille de 100 m les trois données suivantes : altitude, pente, orientation. Toutes ces données sont stockées et accessibles sur supports informatiques (fig. 7).

B) Classement des aptitudes culturales du milieu

Pour cette étape, la démarche décrite dans un article précédent (NICOULLAUD, 1988) est rappelée succinctement. Pour réaliser le classement, nous avons eu recours à l'avis d'experts locaux, conseillers techniques et agriculteurs, méthode déjà utilisée par de nombreux auteurs (ARROUJAYS, 1987 ; BEGON et MORI, 1982 ; MARIN LAFLECHE et SOLAU, 1982). Nous avons également tenu compte des données d'enquêtes et enfin nos propres résultats expérimentaux ont été intégrés.

1. Définition des exigences de la production et des critères de classement

Les deux exigences suivantes excluent les terrains si elles ne sont pas assurées :

— la sécurité de l'arrachage mécanique :

Les sols se ressuyant mal ou d'adhésivité élevée sont éliminés. Les critères pris en compte sont la texture des 40 premiers cm, le drainage et la pente.

— La qualité de la récolte :

Les terrains à substrat dur peu profond (< 15 cm), humides ou très argileux sont exclus. Diverses tolérances permettent de graduer les niveaux d'aptitudes selon la pierrosité et les risques de ruissellement (pente) qui provoquent le décapage de la partie supérieure des racines (risque de collet vert).

Après cette première sélection, le jugement s'effectue sur la satisfaction à deux nouvelles exigences :

— la précocité :

Les secteurs les plus précoces sont privilégiés. Les critères pris en compte sont la vitesse de ressuyage et la profondeur de la craie.

— la facilité de mise en œuvre de l'irrigation :

Les matériaux sableux et sablo-limoneux sont sensibles au ruissellement en situation pentue.

2. Choix des seuils et structure du classement

Pour tous ces critères, les seuils pertinents sont choisis par les experts locaux sur la base de leur expérience technique et des résultats de nos expérimentations. Des données dépendantes du contexte local telles la demande du marché, ou l'environnement (surfaces disponibles) plus ou moins favorables à la production pèsent sur le niveau de sévérité des seuils retenus. Selon le degré de satisfaction aux exigences définies dans le précédent paragraphe et les risques admis, les experts structurent le jugement en quatre grandes classes (terrains « très favorables », « favorables », « peu favorables » ou « non favorables ») avec des subdivisions indiquant la nature des contraintes majeures à la production étudiée (tab. V).

Terrains très favorables

- 1 a : terrains assurant généralement des cultures de bonnes qualité et précocité
- 1 b : terrains assurant généralement des cultures de bonne qualité, mais considérés un peu moins précoces que 1 a
- 2 a : terrains dans lesquels, en général, les cultures sont de bonnes qualité et précocité, mais où des problèmes de ruissellement peuvent se manifester
- 2 b : terrains assurant en général des cultures de bonne qualité, considérés un peu moins précoces que 2 a, et où des problèmes de ruissellement peuvent se manifester
- 3 : terrains assurant généralement des cultures de bonne qualité et de précocité moyenne

Terrains favorables

- 4 : terrains assurant en général des cultures de qualité, moyennement précoces, où des problèmes de ruissellement peuvent se manifester

Terrains peu favorables (déconseillés actuellement)

- 5 : terrains considérés comme donnant des cultures de qualité médiocre et de précocité moyenne
- 6 : terrains où les cultures sont en général de qualité médiocre, de précocité moyenne et où des problèmes de ruissellement peuvent se manifester
- 7 : terrains présentant des contraintes de pente assez fortes (interventions culturales plus difficiles, risques de ruissellement)

Terrains non favorables dans lesquels ni la qualité de la culture, ni la sécurité de l'arrachage mécanique ne sont assurés

- 8 : terrains trop argileux ou à substrat crayeux trop superficiel
- 9 : terrains trop humides
- 10 : terrains trop pentus

Terrains non classés

11

Tableau V : Classement des terrains selon leur aptitude à la culture des petites carottes (variétés Amsterdam), en système irrigué (fixé d'après les objectifs d'une coopérative agricole Laonnaise, 1985-1986).

Land classification for small carrots (Var Amsterdam) suitability in irrigated practice.

C) La carte thématique (fig. 7)

Les critères ont été combinés sous la forme d'un algorithme* dichotomique et hiérarchique (succession de tests portant sur la satisfaction ou non aux critères et aux seuils).

La carte permet aux utilisateurs de situer localement les principaux secteurs très favorables, les extensions possibles avec l'intensité des contraintes à lever. Au

* Développé avec la société SCET-AGRI sur la chaîne Graphy 7.

niveau parcellaire, nous avons pu tester l'apport de ce document qui permet d'identifier, au sein d'une parcelle, les zones génératrices de mauvaises qualités et de problèmes à la récolte. Selon l'extension de ces secteurs, la parcelle ne sera que partiellement ou non retenue par l'agriculteur et les conseillers de la coopérative.

Enfin, en cas d'évolution des exigences de la production, une simple modification des seuils utilisés permet de pouvoir disposer rapidement d'un nouveau scénario adapté à l'évolution du marché.

CONCLUSION

Afin d'améliorer le choix des parcelles destinées à la culture industrielle de petites carottes, nous avons proposé d'adapter les règles de décision en fonction des caractères permanents du milieu. Nous avons montré comment relier certains de ces caractères à des comportements de la culture déterminants vis-à-vis des problèmes posés.

Le poids relatif pris par certaines caractéristiques du milieu dans le classement d'aptitudes culturales utilisé n'a de valeur que pour le milieu régional de l'étude dans le cadre des objectifs définis par les producteurs. Sa pertinence repose donc sur l'expérience et la compétence des experts.

Cependant, l'apport des enquêtes et expérimentations s'est révélé essentiel sur plusieurs points pour conforter ou dépasser l'avis des experts afin de prendre en compte plus finement les facteurs ayant trait aux potentialités. Nous avons ainsi pu montrer que la vitesse de mise en place du peuplement (précocité), la qualité du produit (calibre) et la satisfaction des besoins hydriques peuvent être rattachés à des caractéristiques permanentes du milieu ; ces critères (texture, drainage interne, pierrosité, profondeur de la craie) sont pris en compte par la carte des sols ; nous pouvons fournir ainsi un document thématique directement utilisable.

Les documents cartographiques doivent être suffisamment précis pour répondre à l'attente des producteurs. Cela n'aurait pas été possible avec l'utilisation de données globales portant sur les seuls rendements ou sur la qualité qui résultent de l'interaction de nombreux facteurs.

Il est beaucoup plus pertinent d'étudier les lois d'élaboration du rendement et la façon dont les caractères permanents du milieu y interviennent. On peut ainsi, dans le conseil aux utilisateurs, séparer les effets et adapter les stratégies les plus performantes aux différents milieux.

Reçu pour publication : Décembre 1987

Accepté pour publication : Avril 1988

Nous remercions le « Journal of Agricultural Science » pour son autorisation concernant la reproduction de la figure 1 : SALTER, CURRAH, FELLOW - 1980 - Vol. 94, pp. 465-478.

SOIL TYPE EFFECT UPON THE BEHAVIOUR OF VEGETABLE CROP (CARROT-AMSTERDAM BAK) ; RESULTS FOR THE THEMATIC MAPPING

The subject of this paper is to show an approach using the research of environment-plant relations in order to make use of soil maps for the elaboration of thematic maps.

This example deals with vegetable crops (carrot-Amsterdam Bak) in the « laonnaise » region. As a result of the soil variability and both quality delays requirements, the choice of plots is difficult for local producers. After an analysis of yield elaboration (fig. 1, tab. 2), inquiries and experiments were conducted (tab. 1). Results

distinguished the plant density effects (fig. 2) from the soil characteristics effects. Two sandy soils have been studied (tab. 3) ; Deep sandy soils (D.S.S.) and sandy soils upon chalky substratum (S.S.C.). On D.D.S., the faster shoot and root development gives higher yield with better quality (tab. 4, fig. 5). The D.S.S. get warm more rapidly (fig. 6) but hydric stress risks are more important than on S.S.C.

Then, cultural aptitudes were evaluated (tab. 5) and used for building a thematic map (fig. 7).

BIBLIOGRAPHIE

- ARROUAYS D., 1987. — Cartographie des sols et comportements agronomiques. *Science du sol*, 25, n° 1, 43-57.
- BEGON J.-C., MORI A., 1982. — La fertilité vue par le pédologue. Les classements d'aptitudes. *B.T.I.*, 370-372, 539-545.
- BALLIF J.L., 1981. — Comportement hydrique d'une rendzine brune sur craie sous l'influence de la sécheresse. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 67 (5), 395-403.
- BOIFFIN J., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M. et CANEILL J., 1982. — Elaboration du rendement et fertilisation azotée du blé d'hiver en Champagne crayeuse. III. Influence des variations pédologiques ; conséquences pour la conduite de la culture. *Agronomie*, 2 (5), 417-428.
- BUSSEL W.T., 1973. — Effects of plant density and time of harvest on yield of small finger carrots. *N. Z. J. Exp. Agric.*, 1, 69-72.
- FLEURY A., MASLE J., SEBILLOTTE M., 1982. — L'analyse de l'élaboration du rendement, outil de jugement du milieu. *B.T.I.*, 370-372, 357-362.
- MARIN-LAFLECHE A., SOLAU J.L., 1982. — Analyse critique des méthodes d'évaluation et de classement des terrains. Point de vue de l'Agronome au travers d'un inventaire des sols à grande échelle. *B.T.I.*, 370-372, 527-538.
- NELDER J.A., 1966. — Inverse polynomials, a useful group of multifactor response functions. *Biometrics.*, 22, 128-141.
- NICOULLAUD B., 1988. — Un exemple d'aide à la décision en culture légumière de plein champ ; choix des parcelles et des calendriers culturaux pour la petite carotte (variété Amsterdam Bak), *B.T.I.* (sous presse).
- RIVIERE J.-M., CRUCIANI P.M., 1970. — Notice des cartes de sol de l'Aisne : Laon 3/4-7/8, Château Porcien 1/2-5/6. *Chambre d'Agriculture de l'Aisne*, 241 p.
- SALTER P.J., CURRAH I.H. et FELLOWS J., 1980. — Further studies on the effects of plant density, spatial arrangement and time of harvest on yield and root size in carrots. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 94, 465-378.
- SOLAU J.L., 1980. — Etude sédimentologique et pédologique des sables de Sissonne (Aisne). *Mémoire diplôme ingénieur CNAM*, 245 p.

