

CHAPITRE II

LE SOL A L'INTERFACE DES ELEMENTS BIOTIQUES ET ABIOTIQUES

« L'enthousiasme est la seule vertu. »

P. TAILLEZ

Le sol fait la transition dans ce chapitre entre éléments biotiques et abiotiques pour une double raison : il est non seulement situé à l'interface lithosphère / phytosphère formant un géohorizon fondamental par lequel transitent les flux de matière et d'énergie entre biotope et biocénose mais il est en même temps composé à la fois de matière biotique (matière organiques) et abiotique (matières minérales) qui, soumises à diverses énergies (électrique, calorifique, énergie des micro-organismes décomposeurs) forment le terreau de la production primaire.

Il représente un lien primordial dans le développement de l'activité biologique du géosystème. C'est la raison pour laquelle il enregistre et subit toute modification d'un élément du géosystème. Il constitue par sa " sensibilité " et sa capacité à refléter l'état du géosystème, plus qu'un élément de mesure, un indicateur du fonctionnement du géosystème.

D'une manière générale, les sols de la région d'Essaouira sont calciques, xériques, et peu évolués, voire non évolués. Mais des nuances importantes existent suivant les secteurs. Le géosystème dunaire est caractérisé par une forte dichotomie.

1) Conditions édaphiques fragiles et sols squelettiques

Les facteurs les plus importants, favorables à une pédogénèse relativement rapide, et suffisamment évoluée pour former un sol riche, sont :

- la nature (teneur en certains ions minéraux tels que calcium et sodium), la texture et la structure de la roche mère,
- la teneur en eau,
- la température et l'acidité du sol (P. DUCHAUFOR, 1984).

La teneur en eau du sol n'est pas uniquement dépendante des précipitations. Trois autres facteurs essentiels sont influents : la texture du sol, le taux de boisement et la topographie. Ces trois principaux facteurs interagissent étroitement.

Avec moins de 280 mm de précipitations par an, le déterminisme climatique est déjà imposant par cette faible valeur même si les brumes côtières et l'alizé apportent une humidité relative importante (cf. chap. I.1Aa). Et l'hinterland ne bénéficie pas de ces contributions supplémentaires. La texture des sols, très variable selon les secteurs, détermine leur capacité de rétention. On passe de sols à texture sablo-limoneuse, (Azelf, Tazzitount, Taoubalt) à des sols à texture très grossière (Sidi Yacine, El Ghazouane, Tissouirine), en passant par des sols à texture très sableuse (Essaouira-Est, Tanngaro-Diabat) et des sols à texture grossière, caillouteux (Watier, Sidi Kaouki, Sidi Harazem). Mais deux tendances générales dominant : le caractère meuble et la perméabilité. Cette dernière est imposée par les paramètres morphosédimentaires décrits au paragraphe précédent, à savoir : les dynamiques éolienne et océanique.

La première édifie des formes dunaires donc très poreuses mais surtout très perméables ; porosité n'est pas synonyme de perméabilité. En effet, une roche à pores conjoints est très perméable ;

alors qu'une roche à pores disjoints, même très poreuse, peut être imperméable. Bien entendu, la composition minéralogique, le degré d'acidité de l'eau précipitée, de l'eau infiltrée et le temps sont des facteurs de dissolution. Ils peuvent rendre assez rapidement perméable, une roche à l'origine imperméable.

La dynamique océanique forme des terrasses marines, qui sont très carbonatées. Après chaque régression/émersion au cours du temps, ces dépôts s'encroûtent et se consolident en formant des calcarénites (H. CHAMLEY, 1987). C'est le cas des sédiments moghrébiens, maarifiens, ouljiens et mellahiens (contemporains de la dernière transgression correspondant au Versilien de Méditerranée ou au Flandrien de la Mer du Nord) lorsqu'ils existent. Ces formations cimentées, carbonatées ou gréseuses, sont en général très perméables. Elles constituent le soubassement respectif des différentes générations de dunes qui, malgré leur encroûtement, voire leur grésification, demeurent elles aussi très perméables. Dans le chapitre VIII une idée de l'étendue de ces croûtes calcaires et de leur exploitation est donnée (fig. 63) mais disons d'emblée que celles-ci sont très répandues dans la région. Par exemple, le soubassement moghrébien est recouvert de croûtes calcaires pulvérulentes à la base et d'une blancheur éclatante, passant en surface à des croûtes lamellaires. Elles forment des obstacles pour la végétation pour au moins deux raisons :

- d'une part, le sol est appauvri en éléments minéraux par migration des carbonates en profondeur lors du processus de lessivage. Les croûtes forment des horizons illuviaux qui concentrent et retiennent aussi des micro-organismes tels qu'algues et champignons susceptibles d'enrichir le sol, comme c'est le cas au Maroc atlantique semi-aride (J. VAUDOUR, 1997).
- d'autre part, les systèmes racinaires sont limités dans la recherche d'humidité en profondeur et s'adaptent en développant un réseau traçant. Ce qui limite la production de phytomasse et affaiblit les organismes végétaux, d'autant plus que la dynamique éolienne très active peut participer avec le ruissellement à la mise à nu des racines.

Le rôle d'obstacles zonaires joué par les croûtes est double. A la barrière matérielle qu'elles constituent pour les systèmes racinaires s'ajoutent les entraves à la recharge des aquifères et les interceptions d'eau météorique qui, de fait, retournent dans l'atmosphère par évaporation (NAFAA et al., 1997). Cette dernière, conséquente dans la région (vents forts et températures relativement élevées), est facilitée par les textures peu argileuses et surtout sableuses dominantes.

La capacité de rétention de tels sédiments (formations superficielles et substratum) étant très faible, la météorisation et l'altération de la roche mère restent limitées donc la pédogénèse également. Par conséquent, le développement du couvert végétal reste lui aussi limité. Et le phénomène s'auto-entretient. La végétation ne fournit qu'une fine litière et un apport de matière organique insuffisant à la formation d'un horizon humique épais.

C'est pourquoi la plupart des sols de la région possèdent des caractères encore proches de ceux de la roche mère. Leur profil est de type (A)C, AC, plus rarement A(B)C et les horizons sont plutôt mal différenciés. L'épaisseur maximale rencontrée est 15 cm mais la grande majorité d'entre eux n'excède pas 10 cm, notamment sur substrat sableux.

Si la topographie est peu élevée (gradients altitudinaux modérés, cf. chap. I.2A), l'incidence qu'elle exerce sur la teneur en eau des sols est majeure. D'une part, elle accroît l'érosion hydrique

sur les plateaux intérieurs et le talus des falaises mortes en accélérant les écoulements superficiels et hypodermiques, ce qui favorise l'installation de sols squelettiques. Et d'autre part, elle provoque un ruissellement important permettant d'entraîner les éléments solubles et colloïdaux au pied des versants et dans la plaine littorale. Celle-ci voit donc se développer des sols moins arides, aux dépens des hauts de pente et des reliefs.

Ainsi, au sein du géosystème dunaire, il est important de bien distinguer les sols interdunaires tapissant le fond des lettes et dont la teneur en eau est bien plus élevée que celle des sols dunaires extrêmement perméables.

Commandée par une roche mère carbonatée très répandue, la teneur en ions minéraux est essentiellement dominée par Ca^{2+} . L'ion Na^+ intervient surtout dans les bas-fonds du milieu dunaire détaillé plus bas. La fraction colloïdale organique, plutôt faible, est compensée par une fraction colloïdale minérale relativement riche, ce qui donne parfois une capacité d'échange cationique suffisante pour que le complexe absorbant soit saturé en bases (CASTRO ROMAN et al., 1997). Mais cette caractéristique n'est pas le lot commun de tous les sols, loin s'en faut.

Nous avons effectué des mesures de pH sur le terrain dans divers secteurs à l'aide d'un pHmètre électronique et celles-ci ont toutes donné des valeurs supérieures à 7 indiquant l'alcalinité générale des sols (Tableau XI).

Tableau XI : Description générale des sols à la périphérie d'Essaouira.

<i>SITES</i>	<i>TYPE DE SOL</i>	<i>FORMATION VÉGÉTALE</i>	<i>PH</i>
Tangaro-Diabat	arénosol sur terrasse alluviale, rajeuni par des apports éoliens profil (A)C	formation arborée mixte à <i>Juniperus phoenicea</i> et <i>Retama monosperma</i>	7,2
Cap Sim	arénosol sur dune fini-pléistocène encroûtée superficiellement profil AC	formation arbustive à <i>Retama monosperma</i>	7,8
Sidi Yassine	lithosol caillouteux sur plateforme moghrébienne profil A(B)C	forêt claire à <i>Argania spinosa</i>	8,2
Ararta	régosol sableux sur plateforme moghrébienne profil AC	taillis à <i>Tetraclinis articulata</i>	7,9

Si les types de sol régionaux sont, dans l'ensemble, peu développés, divers degrés d'évolution les distinguent. Leur répartition coïncide avec les dynamiques sédimentaires (dynamique éolienne héritée et actuelle, et dynamique marine héritée).

2) Distribution spatiale des sols

Globalement, les types de sol identifiés sont :

- des arénosols dunaires, proches du trait de côte,
- des régosols sableux d'apport éolien et des régosols sableux d'altération,
- des calcisols et des lithosols sur les plateaux intérieurs (cf. carte n° 4).

La typologie utilisée ci-dessus est inspirée de l'ouvrage "Référentiel Pédologique" (INRA, 1995).

Les arénosols se développent sur substrat sableux dunaire d'origine éolienne, hérité ou non (Cap Sim, Tanngaro-Diabat, Essaouira-Est). Les dunes héritées sont encroûtées et partiellement consolidées. Elles sont soit affleurentes, soit recouvertes par les sables éoliens actuels (dunes vives). Dans ce dernier cas, le sol est sans cesse rajeuni et la pédogénèse sans cesse ralentie et précarisée. Ce phénomène se produit d'ailleurs entre Essaouira et le cap Sim à grande échelle et au-delà, dans une moindre mesure, sur les plateaux intérieurs. Les dépôts éoliens actuels recouvrent partiellement d'autres formations que les dunes héritées : les plus anciennes terrasses alluviales de l'oued Ksob (cf. tabl. XI), et les terrasses marines ouljienne, maarifienne et plus accessoirement, moghrébiennne. Ces apports en silice appauvrissent les sols en empêchant la formation d'un complexe argilo-humique. D'une part la silice présente ici une granulométrie sableuse (cf. fig. 11, plus bas) et d'autre part c'est un minéral acide qui ne favorise pas l'humification. D'autant moins que des résineux comme les genévriers de Phénicie fournissant une litière acidifiante peuplent ces espaces (tabl. XI).

Les régosols, à texture plus fine mais un peu moins meubles que les précédents s'étendent plus au sud en allant vers Sidi Kaouki et le cap Sim. On les retrouve, au droit de l'embouchure du Ksob, à quelques kilomètres (secteur d'Azelf). Ils forment le premier type de régosols sableux : régosols d'apport éolien. Nous distinguons un second type de part et d'autre de la route principale n° 10 qui mène à Ounara et Marrakech (forêt de thuyas d'Ararta). Ce sont des régosols sableux d'altération couvrant la plateforme moghrébiennne. Là encore la silice fait obstacle au développement du complexe absorbant d'autant plus que genévriers de Phénicie et thuyas (tabl. XI) forment une végétation acidifiante.

Les calcisols et lithosols (caillouteux et rocailleux), à texture beaucoup plus grossière et plus compacts que les précédents sont développés sur les formations calcaires des terrasses marines moghrébiennne et quaternaires. Ils apparaissent dans les secteurs d'El Ghazouane (au Sud de la vallée du ksob), d'El Araïch en allant vers la ferme Watier et sur le plateau des Ida Ou Ghourd (vers Sidi Yassine et Tissouirine).

D'une façon plus détaillée, le massif dunaire marque une rupture assez nette sur le plan pédologique par rapport au reste de la région, même s'il présente sur sa plus grande étendue des arénosols fréquemment rencontrés au Nord comme au Sud.

3) La dualité pédologique du géosystème dunaire

La couverture pédologique y est partout très peu développée : entre 8 et 15 cm. Elle est représentée par deux types de sols :

- des sols dunaires (arénosols et régosols sableux d'apport éolien) couvrant environ 80 % de la superficie du massif ; ils se localisent sur substrat sableux et
- des sols salsodiques (sols salins) représentant le reste de la superficie ; ils occupent les dépressions interdunaires situées aux abords de la ville dont certaines forment des petits lacs temporaires et d'autres des bas-fonds humides.

A) Les sols dunaires

Dans la mesure où la dynamique éolienne a un impact non négligeable sur le massif, et où les dunes qui le composent ne sont pas encore complètement stabilisées, ni sur le plan mécanique, ni sur le plan biologique, une question fondamentale se pose concernant l'activité pédogénétique : peut-on véritablement parler de sol proprement dit, lorsque le complexe absorbant est inexistant sur la majeure partie des dunes ? Il n'y a pas mélange entre la matière organique fournie, peu abondante, et la roche mère siliceuse. L'altération physico-chimique de celle-ci est peu efficace dans la mesure où l'amalgame entre les parties colloïdales organique et minérale rencontre d'importants obstacles pour se réaliser, à savoir : l'infime proportion de lutites dans les sables dunaires ; la quantité très majoritaire en quartz et le caractère meuble de la roche mère réduisent considérablement les processus d'altération (fragmentation et érosion chimique) et, par voie de conséquence, le complexe d'altération. Les phénomènes de migration des carbonates et la formation d'un horizon humique demeurent très précaires vu l'instabilité structurale de la roche mère.

Malgré tous ces paramètres et en raison de l'existence d'un couvert végétal arboré, un début de pédogénèse existe (BAL, 1993) ; elle est cependant peu évoluée, voire non évoluée, selon les secteurs et sans cesse rajeunie par la dynamique éolienne qui fournit des apports réguliers de sable. L'horizon A1 en cours de formation ne peut se stabiliser en raison de la mobilité des particules. Nous voyons là un aspect supplémentaire de l'influence de l'alizé sur ce cas singulier que représente le géosystème dunaire.

Aussi, la particularité du climat d'Essaouira (cf. chap. IIAb et IIC) atténue son caractère méditerranéen par un resserrement de l'amplitude thermique et a pour conséquence un ralentissement de la décomposition de la matière organique ; ralentissement accru par l'extrême perméabilité des sédiments qui entraîne la déshydratation très rapide des dépôts superficiels.

Les profils caractérisant ces sols dunaires sont de type AC et (A)C. La roche mère est composée de sables biodétritiques (cf. chap. I2C). Le matériel est donc essentiellement siliceux et carbonaté (40 % de CaCO₃, d'après A. CHAHBOUN, 1988).

Le diagramme de la figure 11 est une comparaison entre les sols dunaires et le substrat dunaire de certains critères pédologiques relevés par M. BAL (1993). Le substrat inerte joue ici le rôle d'échantillon témoin. Les parcelles-test ont été choisies sur les espaces dont le couvert végétal est le plus dense. Donc, nous avons là une représentation des valeurs extrêmes. Bien entendu, les valeurs des sols dunaires varient suivant la densité du couvert et la formation végétale, pour atteindre les valeurs extrêmes de la dune nue. Les mesures effectuées portent sur les 10 premiers centimètres de sol. Malheureusement, le protocole n'a pas été indiqué par l'auteur.

Le pH est compris entre 7,6, pour les sols dunaires et 8,6, pour les dunes dépourvues de végétation. La somme des bases échangeables (S) est représentée principalement par le cation Ca²⁺ pour les sols dunaires, comme pour le substrat. Cette domination souligne l'importance du faciès carbonaté.

Sols dunaires	$S = 59,5 (\text{Ca}^{2+}) + 3 (\text{Mg}^{2+}) + 0,91 (\text{Na}^+) + 0,37 (\text{K}^+) = 63,78 \text{ m.é./100 g}$
substrat	$S = 58,5 (\text{Ca}^{2+}) + 1,5 (\text{Mg}^{2+}) + 0,89 (\text{Na}^+) + 0,21 (\text{K}^+) = 61,1 \text{ m.é./100 g}$

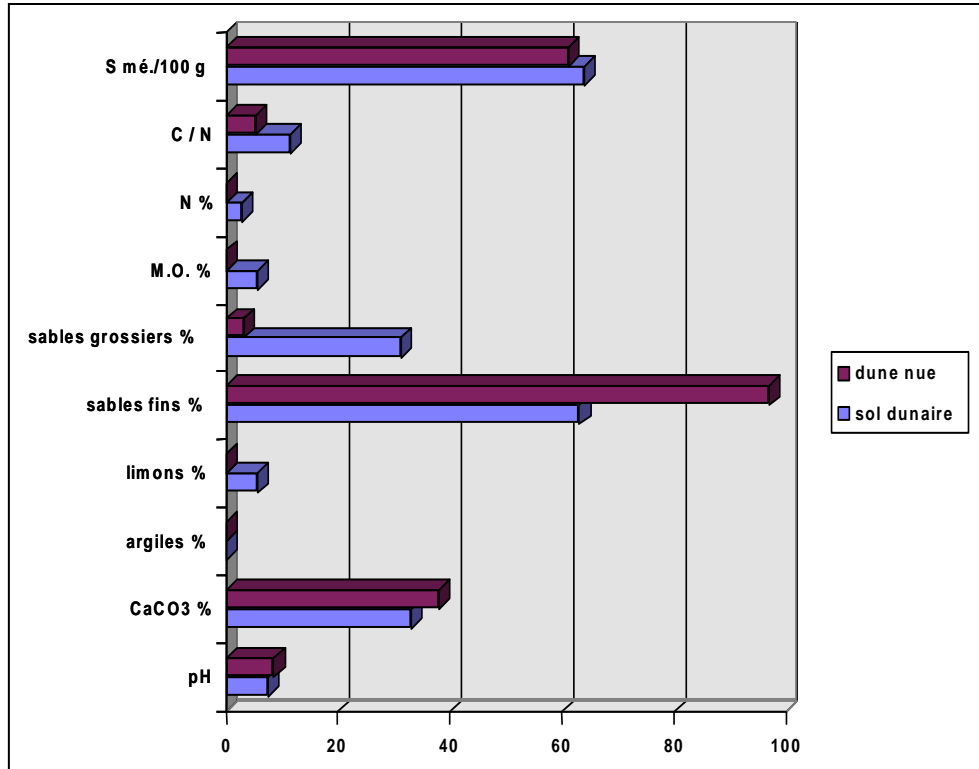


Fig. 11 : Comparaison de certains critères pédologiques entre les sols dunaires et le substrat nu, d'après M. BAL (1993), modifié.

Le faciès dunaire des sols est nettement mis en valeur par l'absence d'argiles, bien sûr mais aussi par la faible proportion de limons et l'abondance des sables. Au regard de la granulométrie de la dune nue, l'extrême jeunesse des sols est soulignée par le fait que la fragmentation de la roche mère n'a pas encore formé d'argiles et que la formation de limons est très faible (moins de 5 %), récente et se poursuit ; la somme des bases échangeables S est sensiblement égale dans les deux cas. Enfin, si la proportion de matière organique est non négligeable avec 5,57%, l'humification reste faible, voire nulle.

Les sols dunaires à faible capacité de rétention tels qu'ils ont été décrits plus haut caractérisent fortement une partie du géosystème. Leur extension est complémentaire de celle du second type de sol formant une mosaïque. Celui-ci couvre une roche mère très différente

B) Les sols salsodiques

Ils recouvrent un substrat très argileux ou argilo-limoneux qui occupe le fond des lettes, constituant une couche quasi-imperméable entraînant la stagnation d'eau précipitée sur des périodes pluri-annuelles. Certaines dépressions connaissent des périodes d'inondation plus courtes pour des raisons qui sont discutées plus bas.

Les profils sont de type AC, avec une matière organique végétale issue uniquement de la strate herbacée ou algiaire. Les strates arborée et arbustive y sont absentes. La texture très fine est généralement argileuse. La présence de sels tels que la halite (NaCl) et le gypse (CaSO₄) a été

identifiée sur le terrain par un tapis de salicornes (*Sarcocornia fruticosa*) abondamment développé et des efflorescences de gypse blanchâtres dues à l'évaporation. Malgré ces phénomènes d'efflorescence et d'évaporation, les sols restent gorgés d'eau. Par capillarité, des migrations ascendantes d'eau issue de la nappe sous-jacente se produisent et entretiennent l'humidité des bas-fonds. La floculation des argiles confère à l'horizon A une structure en agrégats.

Si les mesures de pH, conductivité et température ont été effectuées sur les eaux des creux interdunaires (cf. plus bas chap. IV3), elles n'ont pas porté sur un extrait de pâte saturée de ces sols. Ce qui rend difficile leur typologie dans la classification pédologique.

Cependant, l'alternance argiles salées / dunes permet une analogie avec la thèse de R. BATTISTINI (1964) sur la géomorphologie de l'extrême Sud de Madagascar où l'auteur évoque dans sa description, des périmètres de sols salés argileux affleurant entre les barkhanes littorales.

Les sols salsodiques sont très mal drainés à l'inverse des sols dunaires. Ils connaissent tous une évaporation intense mais certains restent inondés plus longtemps. Nous avons pu constater au cours des missions scientifiques que les dépressions les plus proches du trait de côte restent plus longtemps inondées que celles de l'intérieur. Les apports du biseau salé conjugués à une sécheresse moins accusée par rapport à l'hinterland jouent un rôle majeur.

Les six figures ci-dessous donnent un panorama des types de sols rencontrés sur le terrain. Leur localisation est portée sur la carte n° 8, p. 181 comme tous les autres clichés figurant dans la thèse.



Fig. 12 : Arénosol dunaire 1
Cliché : Claude SIMONE, le 8 IX 1996.

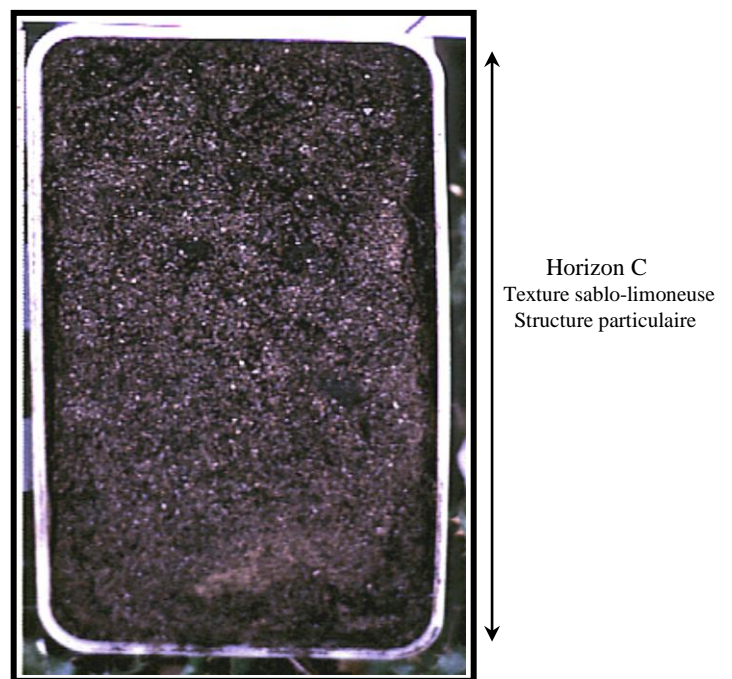


Fig. 13 : Arénosol dunaire 2
Cliché : Claude SIMONE, le 8 IX 1996.

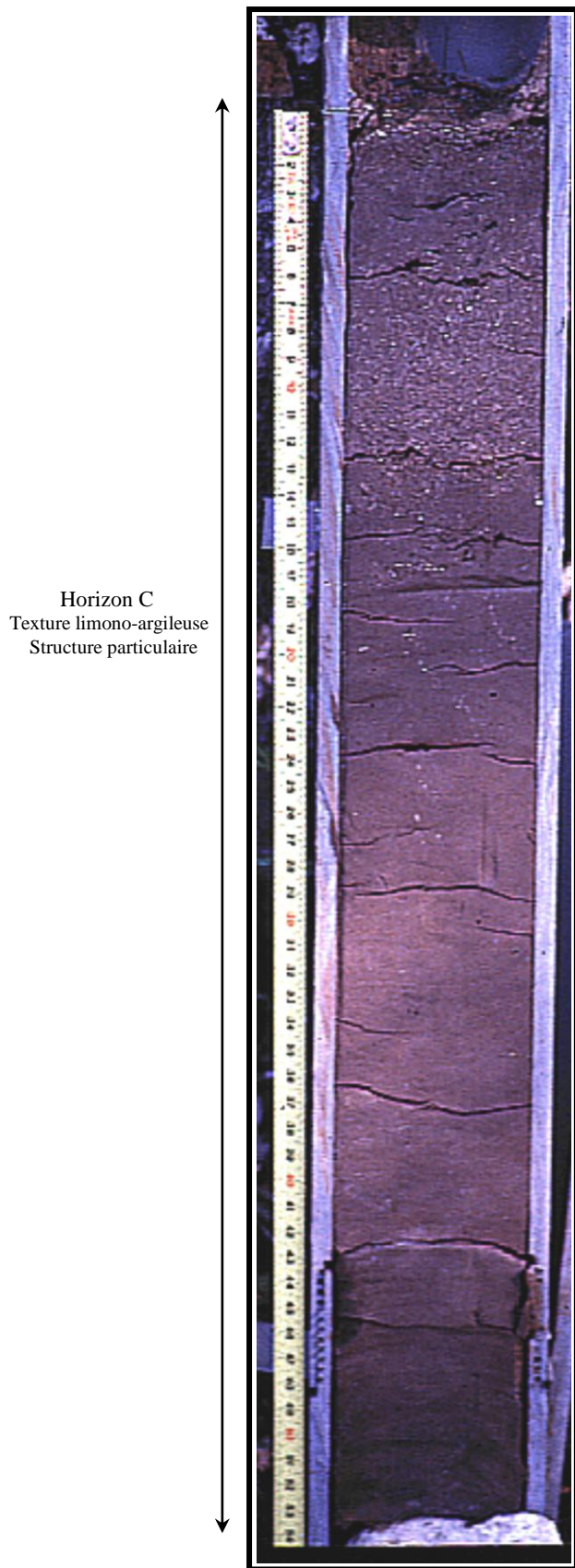


Fig. 15 : Régosol sableux d'apport éolien
Cliché : Claude SIMONE, le 8 IX 1996.



Fig. 14 : sol salin (profil interdunaire) ; Fig. 16 : Régosol sableux d'altération ;
Cliché : Claude SIMONE, le 8 IX 1996.

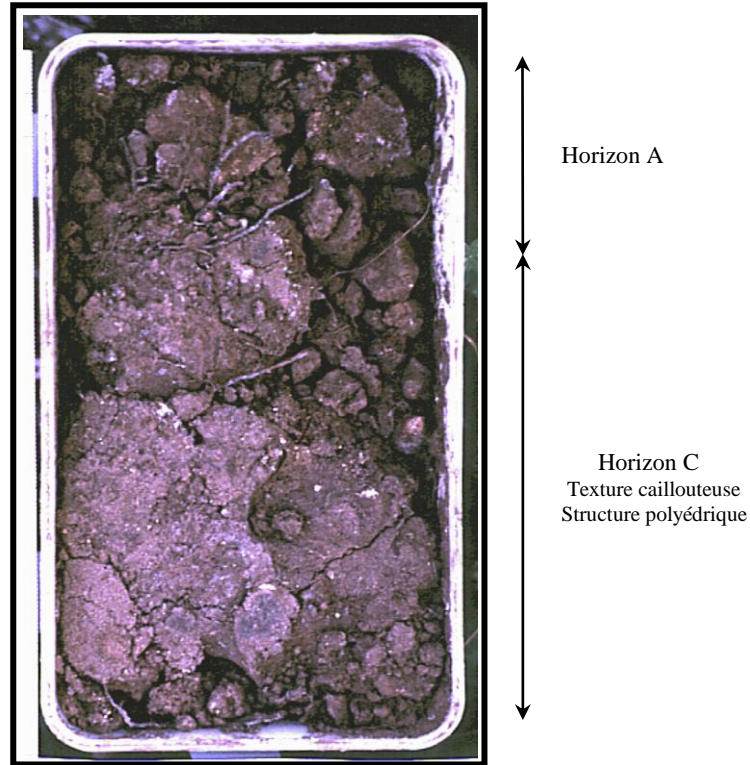


Fig. 17 : Calcisol ; Cliché Claude SIMONE, le 8 IX 1996.

Les boîtes rectangulaires qui contiennent les sols ont toutes la même taille : 15 cm x 10 cm. Ces derniers ont été prélevés après creusement d'une cavité supérieure à 15 cm de profondeur et suffisamment large de manière à faciliter l'accès pour encastrer la boîte sur le profil tout en conservant la structure. Ces extractions de sols ont été effectuées en prenant soin de reboucher les cavités.

Les figures 12 et 13 illustrent deux types d'arénosols dunaires caractéristiques. Le premier a été prélevé entre le camping de Tanngaro et la plage (cf. carte n° 4 et 8) ; le second à l'Est d'Essaouira dans une dépression intradunaire formée après coalescence de deux dunes. La figure 14 représente un sol salsodique au sommet de la carotte prélevé aussi à l'Est d'Essaouira dans une dépression interdunaire inondée. Les figures 15 et 16 montrent deux types de régosols ; le premier (régosol d'apport éolien) provient du lieu-dit Azelf et le second (régosol d'altération) des environs de Taoubalt. La figure 17 présente un calcisol appartenant au secteur de Watier.

Tous les sols illustrés plus haut sont peu épais (10 cm à peine) et la roche mère est vite mise à nu. Tous n'indiquent aucune différenciation d'horizons ou presque, témoin de leur extrême jeunesse. Seuls le régosol d'altération (fig. 16) et le calcisol (fig. 17) présentent une structure AC où l'horizon A se distingue peu de la roche mère. Le régosol d'apport éolien (fig. 15) est coiffé d'une litière relativement épaisse pour la région (2 cm) pouvant s'identifier à l'horizon A₀₀. Le premier arénosol (fig. 12) de couleur gris-brun contient des concrétions calcaires visibles à mi-hauteur ; sa couleur claire est liée aux sables éoliens. En revanche le second arénosol (fig. 13) de couleur beaucoup plus sombre (noir-brun foncé) possède une texture très particulière, très riche en matières organiques et en fragments de tests (points clairs). Il est situé dans le fond d'une dépression intradunaire fermée dont la proximité d'un couvert arboré de feuillus périphériques et

surplombants, à phytomasse épaisse est une source abondante en matière ligneuse (feuilles, écorce, brindilles, tiges et petites branches). La silice des sables dunaires qui donne une couleur très claire sur la dune nue (brun clair) ne domine plus. Elle est mélangée de manière homogène à la matière organique noire presque totalement humifiée. C'est le seul site de la région où on rencontre ce phénomène. Contrairement, le sol salin (fig. 14) est très pauvre en matière organique et très riche en argiles. Lorsqu'ils s'assèchent, les bas-fonds où se développe ce type de sol laissent apparaître un très maigre tapis végétal. Les points clairs correspondent là encore à des fragments de coquilles soufflés par le vent et un début d'encroûtement superficiel (1 cm d'épaisseur) se produit par formation de gypse. Bien qu'aucune différenciation d'horizons ne se soit nettement réalisée, le régosol éolien (fig. 15) montre la pénétration de petites racines et radicelles indiquant un début de pédogénèse. La couleur brun clair dominante est l'empreinte des sables éoliens dont la structure particulière évolue vers une structure en agrégat. Le régosol d'altération (fig. 16) possède une nette structure en agrégats mélangée à quantité d'herbes et brindilles encore discernables, même en profondeur indiquant une humification lente et difficile. La raison principale en est que ce type de sol est couvert d'une forêt claire de résineux à genévriers de Phénicie et thuyas. Cependant la texture est plus fine en surface qu'en profondeur illustrant une désagrégation mécanique avancée. Le calcisol (fig. 17) est beaucoup plus rocailleux que les sols précédents et il contient aussi plus d'argile à l'exception du sol salin mais à l'inverse de ce dernier, sa structure en agrégats lui permet une bonne aération. Comme le régosol d'altération la texture est plus fine en surface signe de processus identiques de désagrégation mécanique. L'exploitation des interstices par les racines se produit en profondeur et reflète une pédogénèse plus avancée que celle des sols précédents.

Les tableaux XIIa et XIIb ci-dessous, indiquent la correspondance des codes Cailleux Expolaire des couleurs des sols décrits plus haut.

Dans le premier tableau, le profil interdunaire (fig. 14) a été identifié à sec par niveaux de 5 cm d'épaisseur, les deux premiers niveaux (sommet du profil) ayant révélé deux couleurs chacun, une couleur sommitale et une couleur basale.

Le second tableau indique le code des cinq autres sols (figures 12, 13, 15, 16 et 17) non séchés. Le code des sables dunaires vifs identifié à sec y est aussi mentionné.

Tableau XIIa : Correspondance des codes couleurs Cailleux et Munsell au profil interdunaire (fig. 14).

<i>Echantillon</i>	<i>Code Cailleux Expolaire</i>	<i>Correspondance Code Munsell</i>
Dep5	N51	5YR 6/2 (pinkish gray)
	P27	5YR 5/3 (reddish brown)
Dep10	P27	5YR 5/3 (reddish brown)
	N51	5YR 6/2 (pinkish gray)
Dep15	N51	5YR 6/2 (pinkish gray)
Dep20	R53	5/3 (reddish gray)
Dep25	R53	5/3 (reddish gray)
Dep30	R53	5/3 (reddish gray)
Dep35	R53	5/3 (reddish gray)
Dep40	R53	5/3 (reddish gray)
Dep45	R47	4/4 (reddish brown)
Dep50	R47	4/4 (reddish brown)
Dep55	R47	4/4 (reddish brown)

Tableau XIIIb : Correspondance des codes couleurs Cailleux et Munsell aux sols régionaux et aux sables éoliens.

<i>Echantillon</i>	<i>Code Cailleux Expolaire</i>	<i>Correspondance Code Munsell</i>
Arénosol 1 (fig. 12)	M75	10YR 7/3 (very pale brown)
Arénosol 2 (fig. 13)	S51	7.5YR 3/2 (dark brown)
Régosol éolien (fig. 15)	P67	7.5YR 5/4 (brown)
Régosol d'altération (fig. 16)	T29	5YR 3/3 (dark reddish brown)
Calcisol (fig. 17)	R30	5YR 4/2 (dark reddish gray)
Sables dunaires vifs	N75	10YR 6/3 (pale brown)

En somme les contraintes pédologiques pour la végétation régionale sont nombreuses et efficaces. Textures à faible capacité de rétention, lessivage et formation d'un horizon éluvial, formation de croûtes, faible altération physico-chimique, rajeunissement permanent (ensablement et apports en silice), forte érosion éolienne et hydrique, litière acidifiante et humification difficile constituent autant d'obstacles pour une pédogénèse aboutie et pour le développement de formations végétales suffisamment denses et épaisses capables d'empêcher accumulations dunaires et érosions.

Généralement on insiste peu sur le rôle protecteur des sols envers leur roche mère et les études pédologiques sont souvent orientées vers la végétation. Le poids de l'agronomie et de l'agrologie occupe évidemment une place centrale et joue en cette faveur (applications agricoles). Mais en se voulant excessivement biocentrique, l'engouement pour le concept d'écosystème des dernières années a aussi joué en cette faveur et a marginalisé un élément fondamental : la roche ; oubliant ainsi qu'éléments biotiques et abiotiques sont intimement liés. Le sol constitue un complexe pelliculaire qui enveloppe la lithosphère et la protège des agressions météoriques parfois très incisives comme c'est le cas à Essaouira avec la dynamique éolienne. De la même manière, la phytosphère enveloppe la pédosphère et assure aux sols un rôle protecteur contre les agressions météoriques mais aussi anthropiques (mises en cultures et déforestation).

En ce sens, la part de la couverture végétale dans l'ensemble biotique et dans son fonctionnement est prédominant.

Autour d'Essaouira, les sols salins sont tous dépourvus de phytomasse arborée et arbustive marquant un net contraste géosystémique et paysager avec les dunes où les bouquets de végétation sont implantés.