HAL open science

CONTRAINTES GEOMORPHOLOGIQUES DES GEOSYSTEMES DU BAS-SAHARA ALGERIEN SEPTENTRIONAL (Ziban, oued Rhir, Souf)

Jean-Louis Ballais

To cite this version:

Jean-Louis Ballais. CONTRAINTES GEOMORPHOLOGIQUES DES GEOSYSTEMES DU BAS-SAHARA ALGERIEN SEPTENTRIONAL (Ziban, oued Rhir, Souf). Séminaire international Espace saharien et Développement durable, 2000, Biskra, Algérie. pp.310-316. hal-01569255

HAL Id: hal-01569255

https://amu.hal.science/hal-01569255

Submitted on 26 Jul 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONTRAINTES GEOMORPHOLOGIQUES DES GEOSYSTEMES DU BAS-SAHARA ALGERIEN SEPTENTRIONAL (Ziban, oued Rhir, Souf)

Jean-Louis BALLAIS

Avertissement : l'original de cet article étant indisponible, ce texte en reprend l'intégralité du texte et quatre des cinq figures, mais ne respecte pas la pagination des actes du séminaire.

Introduction : Les géosystèmes sont des complexes naturels homogènes plus ou moins anthropisés et liés à un territoire (Rougerie, Beroutchachvili, 1991). Ils se caractérisent par des interactions complexes (fig. 1) entre leurs différents composants abiotiques (aéromasse, lithomasse, hydromasse), biotiques (biomasse, phytomasse) et de contact (sols et formations superficielles tout particulièrement). Dans le cas des domaines arides, un grand nombre de ces composants ou de leurs combinaisons constituent des contraintes, parfois très fortes, au développement durable. Je me limiterai ici aux contraintes géomorphologiques, c'est à dire celles dues à certains composants de contact et à la morphogenèse qui combine ces composants de contact, lithomasse, aéromasse et hydromasse.

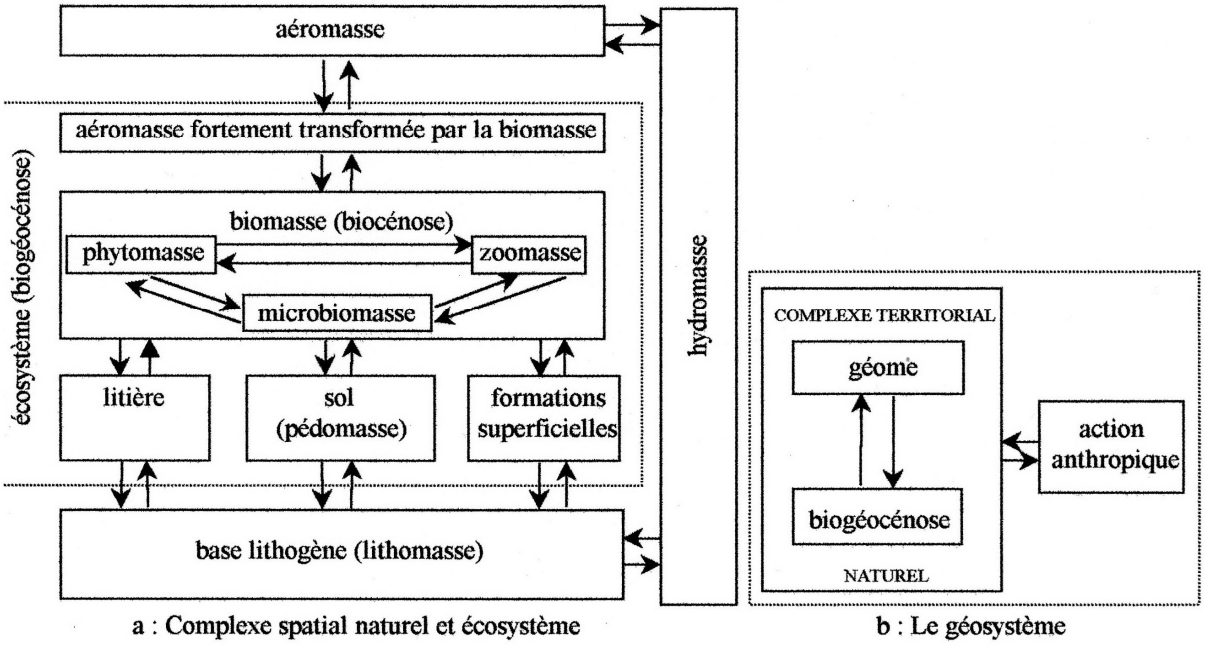

Fig. 1 – Ecosystème, complexe naturel territorial et géosystème (N. Beroutchachvili, J.L. Mathieu, 1977).

I – Les contraintes liées aux formations superficielles :

Il s'agit uniquement des contraintes dues à des formations superficielles caractéristiques des domaines arides en général et représentées dans le Bas-Sahara algérien septentrional.

1 – Les croûtes calcaires :

Formations superficielles fossiles, donc non renouvelables, elles occupent des superficies moins importantes que dans le domaine semi-aride. Elles se

limitent, pour l'essentiel, au piémont de l'Atlas saharien (Ballais, 1984) et à des espaces discontinus sur les collines qui isolent les dépressions (Still, Chebka du Mzab…). Cohérentes à l'affleurement, elles sont également imperméables, ce qui oblige à les casser (sous-solage par exemple) pour la mise en culture. Par ailleurs, elles constituent un bon matériau de construction en raison de leur faible solubilité, toutefois accrue dans l'eau salée.

2 – Les sables quartzeux :

A la différence des croûtes calcaires, ils sont très abondants localement, dans les ergs (Grand Erg Occidental, Grand Erg Oriental) mais aussi dans le grand flux transatlasique Hodna - Grand Erg Oriental, aussi bien sous la forme de sables mobiles actuels que d'accumulations fossiles (Ballais *et al*, 1979; Benazzouz, 2000). Ces dernières, meubles et stables, sont facilement mises en culture mais leur matériel, bien trié par ses déplacements éoliens antérieurs, est très facilement remis en mouvement par le vent. Très perméables, les sables quartzeux permettent le stockage des eaux de pluie hors de portée des remontées capillaires et de la salinisation qui l'accompagne. En revanche, l'instabilité des sables mobiles constitue une contrainte majeure pour les constructions.

3 – Le gypse :

Le gypse se présente sous deux formes principales : à l'état diffus ou à l'état de croûte.

a – Le gypse diffus imprègne les argiles gypseuses mio-pliocènes abondantes dans le piémont de l'Atlas saharien et dans le substrat de tout le Bas-Sahara (Ballais *et al*, 1985). Des sables gypseux se mélangent aux sables quartzeux mobiles, tout particulièrement entre les chotts Melrhir et Merouane (Rebillard, Ballais, 1983, 1984) ainsi qu'à ceux de certains des ergs fossiles antérieurs au Grand Erg Oriental actuel (fig. 2). Sa présence limite ou interdit la culture de la plupart des plantes utiles et peut faire apparaître l'haloclastie (Ballais *in* Veyret *et al*, 1998) et ses effets destructeurs sur les matériaux de construction (cf. ci-dessous).

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	$CaCO_3$	C
Erg à croûte gypseuse	27	1,5		-	55*	16**	-
Erg el Oussif	77,41	-	1,53	0,119	0,43	11,3	2,03
Erg fossile de Ksar Rhilane	82,27	2,52	1,64	0,015	0,14	4,7	0,18
Grand Erg Or. à Ksar Rhilane	91,28	1,72	1,00	0,007	0,14	1,1	0,10

* SO_4Ca $2H_2O$ ** $CaCO_3$, $MgCO_3$

Fig. 2 – Caractéristiques géochimiques des sables des formations fossiles et actuelles du Grand Erg Oriental (J.-L. Ballais, 1993).

b – Les croûtes gypseuses peuvent occuper de vastes surfaces sur des substrats variés, tout particulièrement sur le piémont de l'Atlas saharien (fig. 3) où

elles recouvrent aussi bien des couvertures de glacis que le substratum calcaire. Peu cohérentes, elles offrent peu d'obstacle à la charrue tractée, mais en raison de la très forte concentration en sulfate de calcium (jusqu'à 90% et plus) leurs contraintes chimiques sont supérieures à celles du gypse diffus et peuvent éliminer toute végétation à l'exception de quelques rares espèces adaptées. Plus ou moins perméables, solubles, elles salent les eaux de surface et les nappes phréatiques et sont souvent à l'origine de l'haloclastie. Elles constituent un matériau de construction commode et peu coûteux, utilisé depuis plus de mille ans dans la région de Biskra, mais peu cohérent et soluble, donc de qualité médiocre. On peut aussi s'interroger sur leurs conséquences sur la santé des habitants.

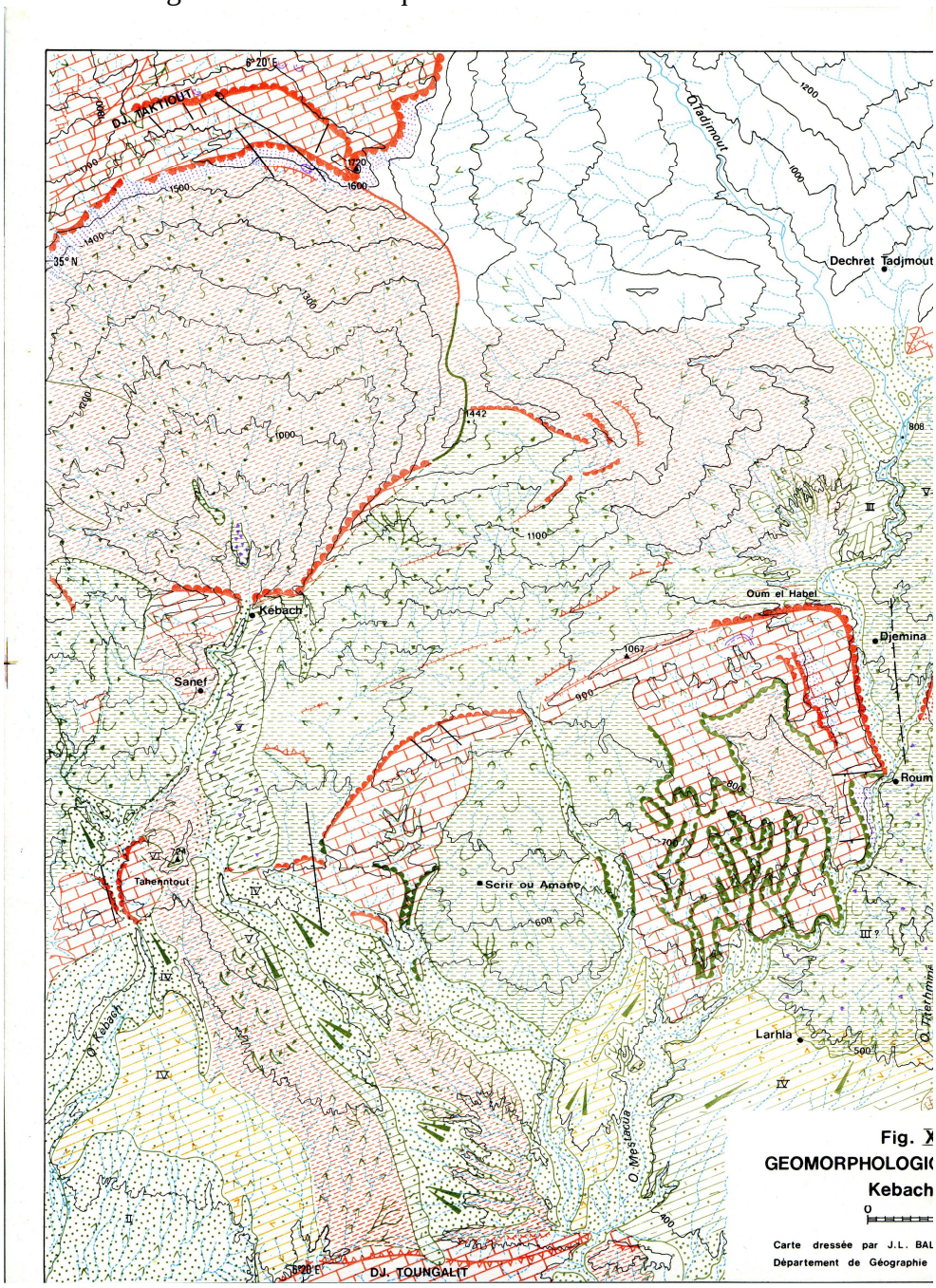

Fig. 3 – Répartition des croûtes gypseuses (en orangé) sur le piémont méridional central des Aurès (d'après J.-L. Ballais, 1994c).

II – Les contraintes morphogéniques :

La position du Bas-Sahara algérien en limite septentrionale du domaine hyperaride l'expose à deux grands types de contraintes : celles liées à l'eau et celles liées au vent.

1 – La morphogenèse hydrique :

Sur la bordure septentrionale du Bas-Sahara algérien, l'augmentation zonale des précipitations annuelles est redoublée par celle due à l'augmentation de l'altitude dans l'Atlas saharien. C'est encore plus vrai en Algérie orientale où se concentrent les plus hauts sommets, qui dépassent 2 000 m d'altitude à seulement quelques dizaines de kilomètres du désert.

a – Les crues des oueds :

Il s'agit essentiellement des crues des nombreux oueds descendant des Aurès (Ballais, 1984) qui constituent des risques considérables si des constructions se sont installées dans les lits majeurs, en raison de la grande rapidité de la montée des eaux et de la grande vitesse du courant. Ce danger est d'autant plus grand que la pluie qui a généré la crue est tombée à des kilomètres, voire à des dizaines de kilomètres à l'amont, alors que le temps restait sec à l'aval. Les pluies catastrophiques de l'automne 1969 (rien que dans la wilaya des Aurès on eut à déplorer 25 morts, 50 blessés, 500 dromadaires noyés et la récolte de dattes anéantie, Ministère d'Etat chargé des Transports, s.d.; Tihay, 1972) ont montré que le Bas-Sahara algéro-tunisien n'était pas à l'abri de pluies quotidiennes égales au total annuel moyen.

Les crues restent encore mal connues. En fait, pour les oueds principaux, on possède quelques observations dispersées, mais très peu de mesures. L'oued el Abiod est le moins mal connu, grâce au barrage de Foum el Gherza. Il présente deux maxima de crues probables, au printemps surtout et à la fin de l'été. Un certain nombre de crues, qui se déclenchent dans le bassin amont, ne parviennent pas à Foum el Gherza, par suite de leur infiltration, de leur évaporation ou de leur dérivation pour l'irrigation. Une des seules crues relativement bien connues reste celle du 1er juin 1920 qui a débité 330 m^3/s à Foum el Gherza, alors que les crues exceptionnelles ne devraient pas dépasser 500 m^3/s.

L'oued el Haï a un débit maximal de 94 m^3/s à El Kantara mais, plus au sud, il peut atteindre 200 m^3/s pendant 24 h.

Les crues de l'oued Biskra se produisent surtout en fonction des orages et pluies lointaines sur le nord des Aurès. Les plus volumineuses ont lieu en hiver, au printemps et, surtout, à la fin de l'été. Une de ces crues reste bien connue, celle de la nuit du 15 au 16 avril 1880 : elle succède à 13,1 mm de précipitations sur la ville de Biskra, avec un maximum de 2,9 mm/h. Brusque et violente, elle atteint deux mètres de haut. La plus longue crue a duré 94 jours, du 9 mars au 12 juin 1890, mais, en réalité, il s'agissait de la succession de plusieurs crues. L'irrégularité interannuelle est forte : sur une période de 21 ans, il y a eu une année 6 crues, trois années 5 crues et une année 4. Cependant, en confrontant les données recueillies depuis plus d'un siècle, il n'est probablement pas impossible de montrer des évolutions dans le nombre moyen de crues annuelles de cet oued, conséquence possible du réchauffement climatique.

Sur l'oued el Arab, la fréquence des crues reste la même que sur l'oued el Abiod, le maximum se plaçant en septembre-octobre, le minimum en février-mars, en liaison avec l'intensité des pluies et non avec leur total. A époque récente, il a eu, en moyenne, cinq jours de crue par an et une dizaine à Zeribet el Oued en 1969, année tout à fait exceptionnelle il est vrai.

Au moment des crues, tous ces oueds sont très chargés, en particulier l'oued el Arab et l'oued Biskra. Ce dernier, à chaque crue, aurait déposé 7 mm dans le lac du barrage prévu à la fin du siècle dernier. Les oueds peuvent alors ravager les cultures implantées dans le lit majeur et engraver les infrastructures Avant de déposer leurs alluvions, les oueds ont tendance à saper leurs berges par le développement de chenaux anastomosés et instables, à l'intérieur du lit majeur. Ces chenaux sont particulièrement utilisés en fin de crue, quand le flot se concentre après avoir envahi tout ce lit majeur. Sur le piémont, les argiles du substratum sont sapées dans les rives concaves, s'éboulent, se réduisent très vite en galets et la berge verticale recule aux dépends des cultures ou des habitations.

Cependant, sur les épandages intermédiaires mais surtout terminaux (maader), un dépôt de limons ou d'argiles peut renouveler la fertilité des sols. C'est le cas de l'oued el Haï qui dépose de grandes quantités d'argile dans l'ouest de la plaine d'El Outaya, par les canaux d'irrigation qui le dérivent. L'oued el Arab, également, dépose surtout des limons, eux aussi souvent dérivés par l'irrigation, sur le grand cône qui, au sud des Guerguitt, en comprend déjà 8 m. Ces dépôts atteignent souvent, au sud, El Feidh où ils comportent encore de gros galets d'argile et modifient considérablement le modelé. Au moment des plus grandes crues, comme en 1969, il reste le seul, avec l'oued Biskra, à atteindre parfois le niveau de base du Chott Melrhir. A l'occasion de ces plus fortes crues, les oueds peuvent changer de lit sur leur épandage d'aval, menaçant ainsi habitations et infrastructures

b – Les inondations des dépressions hydro-éoliennes :

Les dépressions hydro-éoliennes sont plus caractéristiques du domaine semi-aride que des domaines aride et hyperaride. Cependant, et en particulier pour des raisons tectoniques (Ballais *et al*, 1985), elles sont nombreuses en Algérie orientale aride et hyperaride, formant deux alignements principaux, l'un NW-SE depuis la sebkha du Hodna jusqu'aux chotts Melrhir et Merouane et l'autre S-N, le long de l'oued Rhir. Leur inondation et leur débordement à l'occasion de pluies exceptionnelles comme celles de 1969 ont peu d'impact direct car les constructions les évitent et seuls des halophytes en colonisent les rives. En revanche, l'apport massif de sels par les oueds et les eaux de ruissellement augmente leur concentration. Les oueds sont, en moyenne, peu chargés en matières dissoutes (800 mg/l pour l'oued el Abiod, 400 mg/l pour l'oued Biskra), mais les teneurs augmentent considérablement au moment des étiages (1 700 mg/l pour les seuls sulfates dans l'oued el Abiod) au moment où les besoins en eau de boisson et d'irrigation sont maximums.

Une conséquence indirecte majeure de ces inondations est la remontée de la nappe phréatique salée qui peut ainsi provoquer l'attaque des fondations par l'haloclastie (Marschner, 1978; Lewin, Charola, 1979; Lewin, 1981; Cooke *et al*, 1982; Cooke, 1994; Goudie, Viles, 1997). Dans le cas d'une construction en brique crue, la remontée de la nappe par capillarité provoque très vite l'effondrement du bâtiment, même en l'absence de sel.

2 – La morphogenèse éolienne :

a – Les déplacements des sables :

Depuis plus de vingt ans (Ballais *et al*, 1979), il a été mis en évidence l'existence d'un grand flux de sables éoliens, partant du Hodna, au nord-ouest, en direction du Grand Erg Oriental, au sud-est (fig. 4) et fonctionnant surtout en saison froide. Le déplacement des sables par saltation induit une corrasion des matériaux cohérents, aussi bien le substratum calcaire des reliefs que les pierres

ou les briques des constructions. Il impose aussi d'éviter les ouvertures orientées au nord-ouest, sous peine de provoquer une accumulation sableuse. Un mouvement en sens inverse s'effectue en été, plus réduit, si bien que la résultante est orientée vers le Grand Erg Oriental. On a prouvé la réalité de ces déplacements en montrant que le tri des sables éoliens s'améliore du nord-ouest au sud-est, de l'oued Maïtar au sud de Biskra, alors que la composition minéralogique confirme beaucoup moins nettement la parenté de ces sables. La fréquence dominante des vents à Biskra (Nord-Ouest) et à Ouled Djellal (Nord) (Seltzer, 1946) va dans le même sens et confirmation vient d'être apportée récemment par Benazzouz (1994, 2000). Les vents de sable constituent une difficulté pour la circulation, difficulté bien connue par les automobilistes et qui interdit rarement tout déplacement. Une autre conséquence majeure du sens du déplacement des sables éoliens est évidemment l'inutilité du barrage vert (Ballais, 1994a, 1994b; Benazzouz, 2000). Il est clair que dans la perspective d'un développement durable, tout aménagement doit d'abord s'appuyer sur une étude précise de la morphogenèse et non sur des présupposés idéologiques et scientifiques (Ballais, 1994a).

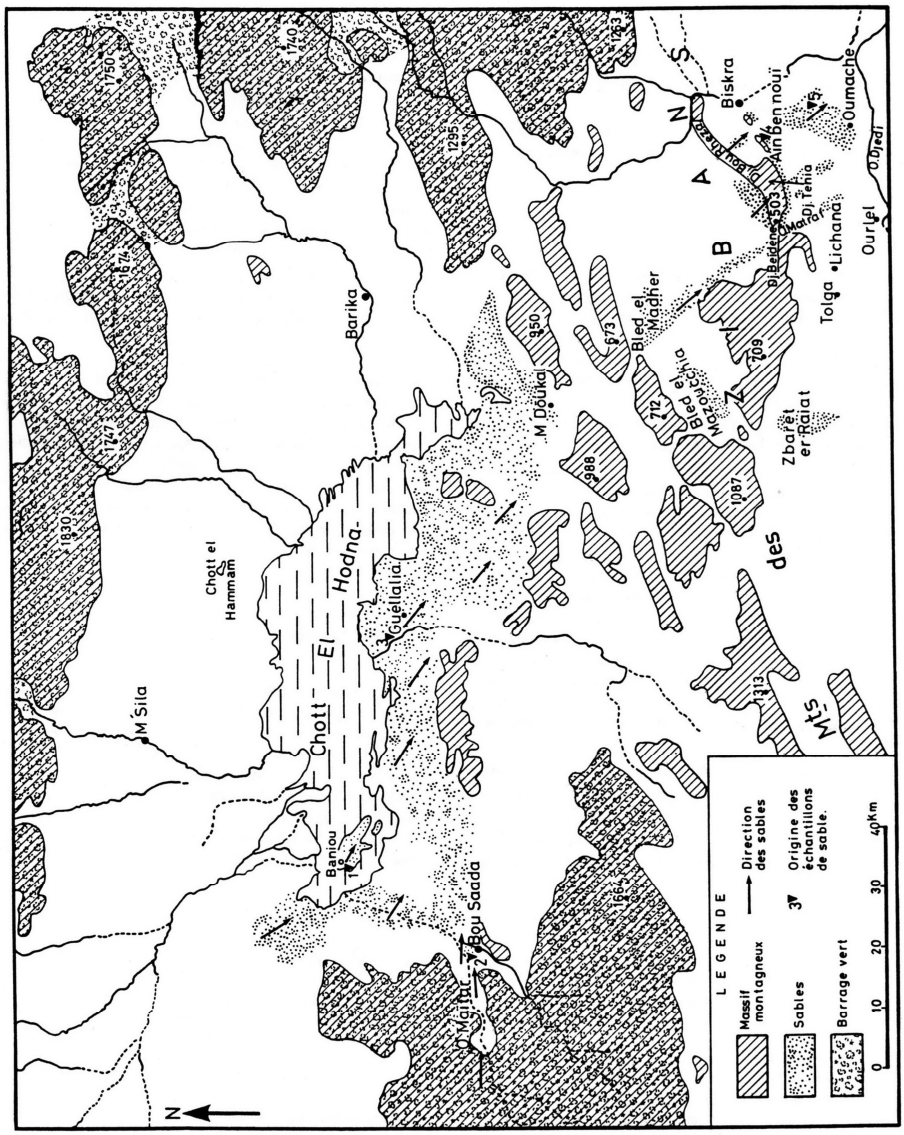

Fig. 4 – Flux des sables éoliens du Hodna vers le Grand Erg Oriental (J.-L. Ballais *et al.*, 1979).

Les formes d'accumulation de sables éoliens comprennent des dunes, des voiles sableux et des nebkas. C'est ainsi qu'à Ed Delouat Beni Brahim, le front des deux crêts du dj. Bou Rhezal est abondamment couvert de sable, jusqu'au sommet. Les dunes couvrent aussi le sommet de certaines collines et s'allongent en sifs NW-SE (entre les cotes 245 et 190) qui progressent parfois jusque sur la route (printemps 1980). Au sud d'Oumache, des dunes de sable jaune clair, hautes de 2 à 3 m, progressent vers le sud-est, provoquant l'ensablement de la route et de la voie ferrée Biskra-Touggourt. Les voiles sableux atteignent leur maximum d'épaisseur sur le front des crêts Sud du Bou Rhezal, mais ils restent abondants aussi sur leurs revers. Vers l'Est, ils disparaissent très vite. On ne les trouve guère au-delà de l'oued Biskra, au nord de la ville, où ils forment des placages de sables jaunes, épais de 20 à 30 cm, à nebkas, dans le lit majeur, placages que les crues remanient. Les nebkas accompagnent les constructions plus importantes dans les Ziban : lit majeur et terrasse I de l'oued Matraf Kebir, pied Sud d'Ed Delouat Beni Brahim, piémont Nord du dj. Ténia et Bled Selga. Vers l'est, elles sont denses à En Nebka, au Nord-Ouest d'Aïn Naga et tout autour de cette agglomération, en particulier à l'Est de la ville où elles transgressent sur la route Biskra-Zeribet el Oued.

Sur le versant Nord du crêt de la cote 190 d'Ed Delouat Beni Brahim, les blocs sont creusés de stries de corrasion orientées NW-SE. Au contraire, le versant méridional reste en partie patiné mais il peut être aussi strié, localement. Cette même corrasion s'observe aussi à Oumache et El Hezma, aux dépens d'anciennes dunes ou nebkas, ainsi que dans les sables alluviaux de l'oued Biskra.

La déflation éolienne apparaît peu. Elle est certainement efficace dans le centre du Bled Selga, sur la sebkha-maader au sud de laquelle se localisent les dépôts sableux. Plus au Nord, de violentes tempêtes de sables ont été observées au pied du dj. Melah d'El Outaya, dans le Bled Salahouine et surtout dans le Bled ed Daya où sables et poussières alluviaux sont repris par le vent, surtout dans la partie occidentale. Elle s'exerce aussi sur les limons du piémont de l'Atlas saharien, tout particulièrement à El Feidh (Ballais, 1984).

b – Les transports de poussières :

Ils sont moins bien connus que les transports de sables. Ils s'effectuent dans le même sens que les sables, avec les mêmes conséquences pour les ouvertures des constructions. A l'échelle du Sahara (fig. 5), les tonnages arrivés par le sud sont inconnus, mais beaucoup plus faibles que ceux partant en direction de l'Atlantique. Cette estimation générale est confortée par le petit nombre de jours de sirocco (16,1 j/an à Ouled-Djellal, 8 j/an à Biskra, 6,6 j/an à Touggourt (Seltzer, 1946)) qui, cependant pose le problème de l'orientation des ouvertures des constructions.

Plus localement, des poussières gypseuses sont fournies par le chott el Hodna et les sebkhas de la plaine d'El Outaya (Ballais, 1984; Benazzouz, 2000) et se déplacent dans le même sens que les sables.

Lors des tempêtes, ces poussières peuvent obscurcir considérablement l'atmosphère, au point de gêner la circulation. En revanche, l'apport de poussières non gypseuses (loess) est bénéfique pour les sols cultivés, qu'ils enrichissent en minéraux utiles pour les plantes. Malheureusement, aucune étude ne permet de quantifier les apports sur le Bas-Sahara algérien. Tout juste peut-on penser qu'ils

sont très faibles, principalement à cause de la très faible densité du couvert végétal qui limite la rugosité de la surface.

Conclusion :

Le Bas-Sahara algérien septentrional présente de fortes contraintes naturelles dans la perspective du développement durable. Les plus importantes, mais aussi les plus évidentes et les mieux connues sont les contraintes climatiques. Cependant, les contraintes morphogéniques ne doivent surtout pas être négligées. Elles résultent de conditions zonales, la position latitudinale de bordure Nord du Sahara, et de conditions régionales, la position au pied des reliefs de l'Atlas saharien. La position latitudinale est responsable des caractéristiques générales des formations superficielles héritées et actuelles et de la dynamique éolienne. La position au pied de l'Atlas saharien est responsable de la plus grande partie du calcaire, du gypse et, surtout, du quartz de ces formations superficielles. Elle explique aussi l'importance des crues des oueds septentrionaux.

Tout développement durable doit prendre en compte ces contraintes, à ces deux échelles spatiales. Il doit également prendre en compte les rythmes diversifiés de ces contraintes au cours de l'année : certaines sont constantes (celles liées aux croûtes), d'autres ne se manifestent que de temps en temps (déplacement des sables) ou même rarement (déplacement de poussières, crues inondantes). Cependant, ne tenir compte que des contraintes géomorphologiques les plus constantes constituerait une grave erreur car elles ne sont pas, en général, les plus destructrices et les plus dangereuses : dans les domaines arides, l'évolution générale est contrôlée par les processus et les phénomènes de faible récurrence et de forte magnitude (Ballais *in* Veyret *et al*, 1998).

Ainsi, la conclusion rappelée à propos de l'échec du barrage vert peut être étendue à l'ensemble du Bas-Sahara septentrional : tout développement durable ne peut reposer que sur une étude précise de la morphogenèse et non sur des présupposés idéologiques et scientifiques. Et cette étude doit s'appuyer fortement sur la connaissance pragmatique, souvent très fine quoique non systématisée, que les populations locales ont du fonctionnement de leur environnement : les enquêtes orales montrent que ces populations connaissent très bien, par exemple, le sens de déplacement des sables éoliens.

Références bibliographiques

BALLAIS J.-L. (1984). – *Recherches géomorphologiques dans les Aurès (Algérie)*, ANRT, Lille, 2 vol., 626 p.

BALLAIS J.-L. (1993). – Formations éoliennes et phases arides quaternaires dans le Bas-Sahara algéro-tunisien, *Würzburger Geographische Arbeiten*, 87, p. 107-119.

BALLAIS J.-L. (1994a). – Désertification et barrage vert en Algérie : le cas des Ziban, *Revue de Géomorphologie Dynamique*, t. XLIII, n° 1, p. 1-8.

BALLAIS J.-L. (1994b). – Aeolian Activity, Desertification and the « Green Dam » in the Ziban range, Algeria, *in* A.C. MILLINGTON and K. PYE eds *Environmental Change in Drylands : Biogeographical and Geomorphological Perspectives*, J. Wiley & Sons, p. 177-198.

BALLAIS J.-L. (1994c). - Potentialités comparées des piémonts des Aurès (Algérie), *Etudes méditerranéennes* n° 18 et *Fascicule de Recherches* n° 26 d'URBAMA, Poitiers et Tours, p. 19-34.

BALLAIS J.-L., MARRE A., ROGNON P. (1979). – Périodes arides du Quaternaire récent et déplacement des sables éoliens dans les Zibans (Algérie), *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, vol. 21, fasc. 2, p. 97-108.

BALLAIS J.-L., BALLAND V., BENAZZOUZ M.T., COQUE R. (1985). - Recherches préliminaires sur l'évolution quaternaire du Bas-Sahara algérien, in *Pour Fernand Joly*, Paris, CERCG, p. 29-39

BENAZZOUZ M.T. (1994). - Etude des interactions relief-migrations éoliennes de sable dans la région de M'Doukal (Algérie), *Méditerranée*, n° 3.4, p. 51-58.

BENAZZOUZ M.T. (2000). – *Morphogenèse éolienne holocène et actuelle dans l'Atlas saharien oriental (Algérie) : conséquences sur la désertification*, Thèse Doctorat d'Etat, Constantine

COOKE R.U. (1994). - Salt weathering and the urban water table in deserts, *in* D.A. ROBINSON, R.B.G. WILLIAMS eds *Rock Weathering and Landform Evolution*, Wiley, Chichester, p. 193-205.

COOKE R.U., BRUNSDEN D., DOORNKAMP J.C., JONES D.K.C. (1982). - *Urban Geomorphology in Drylands*, Oxford University Press, Oxford.

GOUDIE A., VILES H. (1997). - *Salt weathering hazards*, Wiley, Chichester, 241 p.

LEWIN S.Z. (1981). – The mecanism of masonry decay through crystallization, *in* S.M. BARKIN ed *Conservation of historic stone buildings and monuments*, National Academy of Sciences, Washington, p. 1-31.

LEWIN S.Z., CHAROLA A.E. (1979). – The physical chemistry of deteriorated brick and its impregnation techniques, *in Atti del Convegno Internazionale il Mattone di Venezia*, Venise, p. 189-214.

MARSCHNER H. (1978). – Application of salt crystallization test to impregnated stones, *in Deterioration and protection of stone monuments*, UNESCO/RILEM Conference, Paris, section 3-4.

MINISTERE D'ETAT CHARGE DES TRANSPORTS (s.d.). - *Les précipitations exceptionnelles de l'automne 1969 en Algérie*, Alger, 25 p.

REBILLARD P., BALLAIS J.-L. (1983). – Interprétation d'enregistrements digitaux de données SIR-A, Seasat et Landsat sur les chotts algériens, *Compte-Rendus Académie des Sciences de Paris*, t. 296, série II, p. 103-106.

REBILLARD P., BALLAIS J.-L. (1984). – Surficial deposits of two Algerian playas as seen on SIR-A, Seasat and Landsat coregistered data, *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., 28, 4, p. 483-498.

ROUGERIE G., BEROUTCHACHVILI N. (1991). – *Géosystèmes et paysages. Bilan et méthodes*, U, A. Colin, Paris, 302 p.

SELTZER P. (1946). – *Le climat de l'Algérie*, Carbonnel, Alger, 219 p.

TIHAY J.-P. (1972). - A propos des pluies catastrophiques de l'automne 1969, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, Alger, t. 63, fasc. 3 et 4, p. 33-48.

VEYRET Y., BALLAIS J.-L., MARRE A., MIETTON M., MIOSSEC A., MORIN S., VALADAS B. (1998). – *L'érosion entre nature et société*, SEDES, Paris, 344 p.