



HAL
open science

Milieux et environnements en Afrique, du Sahel et du Sahara à la Méditerranée

Bertrand Desailly

► **To cite this version:**

Bertrand Desailly. Milieux et environnements en Afrique, du Sahel et du Sahara à la Méditerranée. Armelle Choplin; Nora Maréi; Olivier Pliez. L'Afrique du Sahel et du Sahara à la Méditerranée, Atlande, pp.49-59, 2017, Clefs concours, 9782350304540. hal-02865249

HAL Id: hal-02865249

<https://hal.science/hal-02865249>

Submitted on 11 Jun 2020

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.

Milieus et environnements en Afrique, du Sahel et du Sahara à la Méditerranée

Bertrand DESAILLY

Université Toulouse - Jean Jaurès

GEODE UMR 5602 CNRS

Large rectangle jaune sur les planisphères climatiques, le Sahara et son prolongement asiatique, le désert Arabique, s'impose comme l'un des traits majeurs de l'organisation physique du globe. C'est l'exemple le plus accompli de désert zonal, enfermant presque parfaitement ses 8 millions et demi de km² entre deux parallèles distants de près de 2000 km, buttant au nord-ouest contre le bourrelet montagneux des chaînes atlasiques et telliennes mais s'avancant jusqu'à la Méditerranée en Egypte et en Libye, du fait du décrochage en latitude des côtes nord de l'Afrique. Cet immense espace offre des paysages plus variés que pourrait le laisser supposer une iconographie faisant la part belle aux vagues colorées des ergs*, alors que le sable ne recouvre guère qu'un cinquième du désert. Regs* et hamadas*, moins photogéniques, occupent des superficies bien plus importantes et le Sahara comporte aussi des zones montagneuses, comme l'Adrar des Ifoghas, récemment placé sur le devant de la scène par les opérations menées dans le cadre de la guerre au Mali. D'autres paysages, produits par l'homme, ajoutent ponctuellement à cette diversité : vieux villages fortifiés jouxtant des villes modernes, palmeraies, alignements de pivots d'irrigation ou encore mines à ciel ouvert.

Les géographes, qui aiment tracer des limites, ont cherché à affiner celles du plus grand des déserts, non sans caricaturer une réalité écologique faite plutôt de transitions, surtout au sud, et mouvante dans le temps. Les isohyètes* moyens annuels 100, 150 ou 200 mm sont le plus souvent proposés, associés parfois à d'autres indicateurs, géomorphologiques - dunes mobiles au Sahara, fixées par la végétation hors de celui-ci - ou biogéographiques. R. Capot-Rey, en 1953, suggérait de calquer la limite septentrionale du désert sur celle du palmier dattier dont les fruits parviennent à maturité, ce qui n'est pas sans intérêt quand on connaît l'importance de la phœniculture* dans l'agriculture saharienne. L'Algérie possède 18 millions de palmiers dattiers et les dattes sont après l'huile d'olive le deuxième produit agricole d'exportation tunisien.

Il n'y a guère que les grands fleuves de la région qui, par leur tracé, échappent au puissant dispositif zonal auquel obéissent le climat et les mécanismes atmosphériques, le couvert végétal et même le relief, les chaînes du nord du Maghreb s'étirant d'ouest en est. Originaires d'une région bien arrosée de l'Afrique de l'ouest, le massif du Fouta Djallon en Guinée, les fleuves Niger et Sénégal décrivent une large boucle qui leur fait traverser le Sahel. L'un comme l'autre, surtout le second dans son vaste delta intérieur au Mali, y perdent une partie de leur eau par évaporation. Plus à l'est, le Chari forme l'axe d'un bassin endoréique, étalé de la République centrafricaine au lac Tchad, exutoire du fleuve. Le Nil recoupe quant à lui perpendiculairement plusieurs zones climatiques, dans son long parcours des montagnes d'Afrique orientale à la Méditerranée. Or, cette structuration méridienne, esquissée par l'hydrographie, est bien celle qui s'impose quand on considère l'espace des sociétés, s'exprimant dans les constructions territoriales, les échanges, les mobilités humaines. L'approche zonale ne saurait donc suffire à rendre compte de l'*environnement* des populations vivant entre Sahel et Méditerranée. Confrontés à une succession latitudinale de milieux naturels variés, les hommes ont su jouer depuis longtemps de ces différences et en faire des complémentarités. La grande rivière artificielle en Libye, transfert d'eau massif des nappes sahariennes profondes vers le littoral méditerranéen urbanisé, en est encore une illustration au début du XXI^e siècle.

L'aridité et ses facettes

La circulation atmosphérique planétaire comporte deux ceintures de hautes pressions vers 30 degrés de latitude nord et sud. Ces *hautes pressions subtropicales* se présentent sous la forme d'un chapelet de grands anticyclones, dont, dans l'hémisphère nord, les anticyclones des Açores et du Sahara. C'est à ce dernier qu'on doit la rareté des pluies dans cette partie de l'Afrique. Même s'il tend à s'estomper en été en surface, il reste bien marqué en altitude, entravant les phénomènes d'ascendance de l'air seuls susceptibles de générer des précipitations [Rognon, 1989]. L'anticyclone saharien s'accompagne de vents divergents au sol, très desséchants pour les régions qu'ils balayent et chargés de poussières enlevées au désert : sirocco et khamsin vers la Méditerranée, harmattan vers le Sahel. Suivant le degré d'agitation de l'air, les temps associés vont de la brume sèche (poussières en suspension réduisant la visibilité) au chasse-sable (le vent soulève les particules sans créer de tourbillons) jusqu'à la véritable tempête de sable, qui oblige à calfeutrer les ouvertures des habitations. Une ville telle que Nouakchott est concernée plus de 250 jours par an par ces phénomènes, qui exposent la population à des infections respiratoires [Nouaceur, 2013].

L'aridité est la conséquence non seulement de la faiblesse des précipitations, mais aussi de températures élevées synonyme d'une forte évapotranspiration potentielle*. L'Organisation Météorologique Mondiale a invalidé en 2013 le record mondial de température sous abri, jusqu'alors détenu par El Azizia en Libye avec 58°C en 1922. L'événement est anecdotique, plus significatives sont les moyennes des températures maximales des mois d'été dans le Sahara central, approchant ou dépassant 40°C (42°C en juin à Faya dans le nord du Tchad). Les nuits d'hiver en revanche peuvent être fraîches, l'atmosphère transparente laissant filer le rayonnement terrestre. Les températures peuvent chuter de 20 ou 30°C en quelques heures et le gel n'est pas inconnu, surtout en altitude (minimum observé de -7°C à Tamanrasset à 1400 m, dans l'Ahaggar). L'architecture et l'urbanisme sahariens traditionnels constituent une réponse à ces fortes contraintes thermiques : la maison à patio, dotée de murs épais, assure un relatif confort à ses habitants, alors que les rues étroites restent dans l'ombre la majeure partie de la journée [Bencherif & Chaouche, 2013].

Le centre du Sahara reçoit moins de 50 mm de précipitations par an, le rattachant aux espaces hyperarides, les valeurs les plus faibles (moins de 10 mm) étant mesurées dans le Tanezrouft et le sud du désert de Lybie. Mais ces moyennes n'ont qu'une faible signification, tant la variabilité interannuelle est grande : In Salah, dans le sud du Sahara algérien, a reçu annuellement en moyenne 34 mm de précipitations sur la période 1973-2012, avec des valeurs extrêmes de 0 et 225 mm. Les rares averses peuvent être intenses et gonfler soudainement les oueds* ordinairement à sec. Des crues violentes dans la région de Tamanrasset ont ainsi causé la mort de 16 personnes en septembre 2015 et encore de 5 autres en août 2016. Les oueds sont aussi le lieu où se réfugie la végétation, sous forme de buissons très clairsemés, qui profitent de l'eau retenue dans les alluvions lorsque l'écoulement a cessé en surface. On rencontre même quelques arbres, dont le plus emblématique et reconnaissable par sa silhouette en parasol est *Acacia radianna*, très présent aussi au Sahel. L'arbre du Ténéré, seul arbre au monde à avoir eu l'honneur de figurer sur des cartes au 1/4 000 000, malencontreusement renversé par un camion en 1973, appartenait à cette espèce. Cet acacia est un complément fourrager précieux pour les éleveurs du désert - chèvres et dromadaires broutent les feuilles, les gousses et même les épines - et son écorce est utilisée dans la médecine traditionnelle [Le Floch & Grouzis, 2003].

Les montagnes ou la situation littorale n'apportent que de faibles nuances à ce tableau. Les premières, Adrar des Ifoghas, Ahaggar, Air et Tibesti, en position centrale, enregistrent des

précipitations légèrement plus élevées mais insuffisantes pour les faire échapper à l'aridité. Elles ont toutefois offert un refuge à quelques plantes d'origine méditerranéenne, témoins aujourd'hui de l'histoire climatique d'une région qui ne fut pas toujours un désert. Ne se régénérant plus dans les conditions actuelles, elles sont menacées de disparition, comme l'olivier de Laperrine ou bien le cyprès de Duprez, dont il ne reste plus que 230 individus dans quelques ravins du Tassili N'Ajjer, au sud-est de l'Algérie. Le désert littoral, du sud du Maroc à la Mauritanie, subit l'influence du courant marin des Canaries, associé à un phénomène d'upwelling : poussées vers le sud-ouest par l'alizé maritime, les eaux de surface sont remplacées par des eaux profondes plus froides. Le contact de l'air chaud avec les eaux froides bloque là encore ascendances et précipitations, mais provoque la formation de brumes qui modèrent les températures. L'upwelling entraîne aussi la remontée en surface de nutriments, générant une forte activité planctonique. Les eaux bordant le Sahara atlantique sont très poissonneuses, ressource dont profitent les économies locales. Le secteur de la pêche représente 2,5% du PIB marocain et génère 600 000 emplois directs et indirects. En Mauritanie, les entrées de devises liées à la pêche sont surtout dues à l'attribution de licences à des flottilles étrangères. Le poisson capturé part principalement en Europe et au Japon.

Hors cette bande littorale, la nébulosité réduite et le faible angle d'incidence des rayons solaires, liés à la position proche du tropique, assurent au Sahara des valeurs d'ensoleillement exceptionnelles. L'intérêt porté aux énergies renouvelables a changé le regard sur un aspect du climat qui fut longtemps considéré comme un handicap. Par le biais de l'électricité solaire, le Sahara, réservoir d'hydrocarbures exploité depuis la fin des années 1950, pourrait devenir l'un des espaces-phares de la transition énergétique. Du moins sur le papier, car les obstacles sont nombreux, à la fois technologiques et financiers. Imaginé au début des années 2000, soutenu à partir de 2009 par un consortium d'entreprises surtout allemandes, le projet Desertec visait à fournir l'Europe en électricité produite par des installations solaires et éoliennes sahariennes. L'enthousiasme des débuts est vite retombé devant l'ampleur des investissements à réaliser, notamment pour l'acheminement de l'électricité, et la publication d'analyses économiques contestant la logique même du projet : l'Europe a bien plus intérêt à développer la production d'électricité renouvelable sur son propre territoire. Cependant, les besoins énergétiques croissants des pays du Maghreb peuvent assurer un avenir à l'électricité solaire saharienne. Le Maroc, dépourvu d'hydrocarbures et dont la consommation électrique devrait croître de 6% par an sur la décennie 2015-2025, est le pays le plus avancé en ce domaine. La première tranche de la centrale solaire de Noor, près de Ouarzazate, a été mise en service en février 2016. Les trois tranches suivantes, associant deux technologies, thermo-solaire et photovoltaïque, devraient l'être d'ici 2020, Noor deviendra alors l'une des plus importantes usines de ce type au monde. L'énergie solaire pourrait aussi être appelée à jouer un rôle majeur au Sahel. Senergy 2 et ses 75 000 panneaux photovoltaïques, inaugurée en octobre 2016 à Bokhol, dans le nord du Sénégal, constitue une première étape.

Le rythme impérieux des saisons

Telle que définie à partir de critères physiques, la bande sahéenne, large de 400 à 600 km, s'étend entre les isohyètes moyens annuels 150 mm au nord et 600 mm au sud, limite conventionnelle avec l'Afrique dite soudanienne. En regard des températures élevées, ces valeurs restent modestes, rattachant le Sahel aux espaces semi-arides. Encore convient-il de préciser la période prise en compte pour le calcul de ces chiffres. Chacun a en tête ces cartes montrant la descente de 100 à 200 kilomètres en latitude des isohyètes moyens annuels de la période sèche 1968-1995, par rapport à leur position durant la période humide 1951-1967. Depuis la fin des années 1990, les isohyètes sont remontés vers le nord, sans toutefois retrouver leur tracé des années 1950. Ces moyennes sur quelques décennies masquent elles-mêmes des écarts parfois importants d'une année à l'autre.

Enfin, les tendances observées ne sont pas forcément identiques en tous points du Sahel : la sortie de la grande sécheresse des années 1970 et 1980 a été plus précoce dans le bassin du Niger moyen (1993) qu'au Sénégal (1998) [Descroix et al., 2015]. Cette variabilité temporelle et spatiale, à l'impact considérable sur les cultures et les pâturages, a suscité et suscite encore de nombreuses recherches. Les travaux les plus récents montrent, indépendamment des variations des volumes annuels, une fréquence accrue d'épisodes orageux violents, due semble-t-il à l'augmentation des températures dans la zone saharienne voisine. Ces déluges soudains ne profitent malheureusement guère aux cultures, l'eau ruisselant sur les sols durcis plutôt que s'infiltrant, et provoquent des inondations comme à Niamey en juin 2017.

La répartition saisonnière des précipitations est semblable à celle observée dans bien d'autres régions de la zone intertropicale, marquée par la succession d'une saison des pluies et d'une saison sèche. La première, appelée communément *hivernage*, est centrée sur l'été astronomique : août est partout le mois le plus arrosé. Sa durée augmente d'1 à 2 mois au nord à 3 ou 4 mois au sud. Elle reste toutefois nettement plus courte que la saison sèche, à la différence de la zone soudanienne plus au sud où les deux saisons sont à peu près équilibrées. Dès octobre, les pluies cessent totalement pour ne reprendre qu'en juin de l'année suivante. C'est en fin de saison sèche que les températures atteignent leur niveau le plus élevé, comparable aux valeurs sahariennes - moyenne des maxima de mai à Khartoum : 42°C - avant de baisser un peu durant l'hivernage.

Cette alternance est due au balancement saisonnier en latitude de la zone de convergence intertropicale*. Durant l'été boréal, celle-ci est positionnée sur l'Afrique vers 10 à 15 degrés de latitude nord. Au sud, les vents soufflent du sud-ouest et apportent sur le continent un air qu'un long parcours océanique a chargé d'humidité : c'est la mousson* africaine, prolongement dévié de l'alizé austral. Au nord, l'air saharien très sec est animé d'un mouvement opposé. La rencontre entre les deux masses d'air prend la forme d'un plan très incliné, l'air humide s'enfonçant en coin sous l'air saharien. C'est dans ce coin d'air humide que se développent les ascendances à l'origine des pluies sahéliennes, principalement sous la forme de systèmes nuageux se déplaçant d'est en ouest : les lignes de grains, accompagnées de vigoureux coups de vent [Vigneau, 2000]. Le repli en latitude de la convergence intertropicale, à partir de septembre-octobre, détermine l'entrée dans la saison sèche. L'air saharien, poussé par l'harmattan de nord-est, envahit pour de longs mois le Sahel, jusqu'au retour de la mousson l'année suivante.

Les paysages sahéliens changent au rythme de cette grande alternance. La végétation, adaptée au faible approvisionnement en eau, est une steppe* constituée principalement de graminées annuelles, verte seulement durant les quelques mois d'hivernage [Hiernaux & Le Houérou, 2006]. La steppe sahélienne est parsemée de quelques arbres, très espacés, épineux, comme le dattier du désert (à ne pas confondre avec le palmier dattier), *Balanites aegyptiaca*, et divers acacias. Presque tous font l'objet d'usages traditionnels : fourrage pour le bétail, récolte de la gomme arabique sur *Acacia senegal*, le gommier, fabrication de farine à partir des fruits de *Ziziphus mauritania*, le jujubier, etc. Dans une zone où l'irrigation reste très minoritaire, l'hivernage est aussi la saison des cultures. Les paysans sèment le mil dès que les pluies semblent solidement installées. Ce moment, situé fin juin ou début juillet en général, correspond sur le plan des mécanismes climatiques au « saut de mousson » : la masse d'air humide ne progresse pas vers le nord de façon régulière mais subit une translation brutale. Les récoltes s'échelonnent de la mi-septembre à novembre. Entre temps, les paysans s'affairent dans les champs à désherber, voire à semer de nouveau si une interruption des pluies a fait échouer la première tentative. La repousse de l'herbe avec les pluies conditionne aussi les déplacements des pasteurs et de leurs troupeaux.

De l'autre côté du désert, le nord du Maghreb connaît un climat méditerranéen, présentant lui aussi des saisons tranchées. Du fait de la position plus élevée en latitude, l'amplitude thermique annuelle est assez marquée. Les plaines côtières, baignées par les eaux tièdes de la Méditerranée, échappent au gel (température moyenne de janvier à Alger : 11°C), ce qui permet d'y cultiver des plantes délicates comme les agrumes. Il n'en est pas de même de l'intérieur, où la continentalité, souvent combinée à l'élévation en altitude, engendre des hivers assez rigoureux. Le régime pluviométrique est l'exact opposé de celui du Sahel : les précipitations se concentrent sur la saison fraîche et sont à peu près nulles de juin à août. Orge et blé dur, qui forment l'essentiel des cultures annuelles en dehors des zones irriguées, sont semés en fin d'automne et moissonnés en fin de printemps ou début d'été.

Les mécanismes climatiques rattachent le nord de l'Afrique à la zone tempérée. Pas de mousson ici, mais les effets du déplacement saisonnier des hautes pressions subtropicales. Protégeant la région en été, elles se replient vers le sud en hiver, laissant le champ libre aux perturbations pluvieuses formées sur l'Atlantique ou sur la mer Méditerranée. Ces pluies se concentrent sur un faible nombre de jours et sont parfois violentes. Elles peuvent alors constituer l'un des ingrédients de catastrophes, dans lesquelles les responsabilités humaines sont fréquemment engagées. Le drame du quartier de Bab-el-Oued à Alger, les 9 et 10 novembre 2001, rappelle à bien des égards des événements de même nature survenus dans le sud de la France ces dernières décennies : pluies diluviennes - plus de 200 mm -, imperméabilisation des sols par l'urbanisation, constructions installées dans le lit d'un oued, sous-dimensionnement des réseaux d'évacuation. Mais le bilan fut ici effroyable : 800 morts et 3000 immeubles détruits ou endommagés.

Un autre élément joue un rôle important dans l'organisation climatique et, plus largement, dans l'environnement du Maghreb septentrional : le relief. Les montagnes bénéficient de précipitations abondantes, souvent supérieures à 1000 mm par an, du fait des ascendances orographiques. L'ensemble constitué par le Rif, le Moyen Atlas et le Haut Atlas constitue ainsi un véritable château d'eau pour le Maroc, alimentant des cours d'eau sur lesquels ont été construits, à partir du milieu des années 1960, de grands barrages destinés à l'irrigation. Mais ces reliefs élevés font aussi obstacle à la pénétration de l'air humide à l'intérieur des terres. Les Hautes Plaines algériennes, isolées de la Méditerranée par le bourrelet des chaînes telliennes, connaissent des conditions semi-arides : c'est le domaine des steppes à graminées - alfa ou sparte - ou à buissons d'armoise, utilisées comme parcours pastoraux. L'humidité et la fraîcheur montagnardes sont aussi favorables aux forêts, constituées de chênes dans les parties basses, de cèdres aux altitudes plus élevées. Rançon d'une exploitation ancienne pour le pâturage et la fourniture de combustible, leur superficie a fortement régressé au profit d'une végétation ouverte protégeant mal le sol de l'érosion.

Contraintes et incertitudes

La faiblesse générale et la grande variabilité temporelle des disponibilités en eau sont les principales contraintes environnementales dans la partie nord du continent africain, pour l'agriculture au premier chef mais aussi, selon les contextes locaux, pour d'autres secteurs d'activité : le tourisme (Tunisie, Maroc), l'exploitation minière (concentration du minerai d'uranium dans les sites d'extraction du Nord Niger), etc. Sans oublier la consommation croissante des villes, où s'ajoutent des problématiques de qualité des eaux distribuées et de traitement - ou d'absence de traitement - des eaux usées. Dans nombre de quartiers des villes sahéennes, faute de réseau d'assainissement, les habitants sont contraints de déverser les eaux usées sur la voie publique ou dans des terrains vagues. Les impacts peuvent être importants sur le plan sanitaire. La ville de Nouakchott a ainsi été frappée en 2005 par une épidémie de choléra. L'organisation des pouvoirs publics, au plus haut

niveau des Etats, reflète la place majeure de ces questions, témoin la présence d'un ministère de l'hydraulique et de l'assainissement en Mauritanie ou au Niger.

Mais la contrainte hydrique en induit d'autres. La biomasse, limitée, n'autorise que des formes d'élevage très extensif, qui prennent la forme d'une mobilité des troupeaux et de leurs gardiens : nomadisme pastoral, transhumance, déplacements sur de plus courtes distances dans les zones un peu plus arrosées. Faiblement alimentés en matière organique, les sols sont pauvres, voire absents comme dans les ergs ou les regs du désert. Certaines populations n'hésitent pas à en créer de toutes pièces : les Dogons du Mali, réfugiés depuis plusieurs générations sur le plateau gréseux de Bandiagara, cultivent l'oignon pour la commercialisation dans des casiers entourés de murets de pierre sèche, remplis de débris végétaux et de terre patiemment apportés dans des paniers. Les légumes sont arrosés à la main à partir de sources voisines et la quantité d'eau utilisée par chacun strictement contrôlée [Mollard & Walter, 2008]. Les contraintes naturelles sont certes surmontées, mais au prix d'un labeur acharné.

L'exposition des agricultures du Sahel et du Maghreb aux aléas climatiques est d'autant plus grande qu'elles sont, très majoritairement, de type pluvial : la croissance des plantes est assurée par les seules précipitations. La valeur limite habituellement évoquée pour ce type de culture - au moins 400 mm de précipitations par an -, qui devrait la cantonner au sud du Sahel et aux parties les moins sèches du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie, est assez théorique. Certaines sociétés paysannes ont mis en place des dispositifs de concentration et de stockage dans le sol des eaux de ruissellement, qui permettent de cultiver en dessous de cette valeur, jusqu'à 200 ou 250 mm par an. Les *jessour* de la Tunisie semi-aride et du djebel Nefousa, au nord-ouest de la Libye, sont des petits barrages en pierres sèches en travers de ravines, retenant terre, débris végétaux et eau de pluie, ce qui suffit à planter quelques figuiers ou oliviers. Les *teras* de l'est du Soudan se présentent sous la forme de banquettes encadrées de levées de terre, dispersées sur des versants à faible pente, accueillant en saison des pluies des champs de sorgho [Mollard & Walter, 2008].

Mais mêmes dans les régions un peu plus arrosées, les résultats restent aléatoires. Que les pluies viennent à faiblir ou être mal distribuées, et la production s'effondre. Les greniers, insuffisamment remplis, seront vides bien avant la récolte de l'année suivante. Les populations devront alors affronter la redoutable période de soudure* en s'alimentant comme elles le peuvent : plantes sauvages comestibles, achat de nourriture alors que les prix grimpent, aide alimentaire... Afin d'anticiper sur des situations susceptibles d'évoluer en crises alimentaires, des systèmes d'alerte précoce (SAP) ont été mis en place au Sahel au cours des années 1980, dans le cadre du Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) fondé en 1973. L'analyse d'images satellite, les observations et prévisions météorologiques, le recueil d'informations sur le terrain - état des stocks et prix des céréales par exemple - permettent de prévoir plusieurs mois à l'avance l'ampleur des crises et leur extension géographique. Les pays du nord du Sahara ne sont pas épargnés par ces chutes dramatiques de production, avec des répercussions moindres toutefois sur l'approvisionnement des populations. La grande sécheresse des années 1980-1984 au Maroc y a entraîné une baisse de 40% de la récolte de céréales.

La culture de décrue est moins répandue car cantonnée à des espaces tour à tour inondés et exondés durant l'année : lits majeurs* des grands fleuves, rives à faible pente de lacs à niveau variable, fonds de cuvettes. Son rôle historique est important : elle a nourri l'Égypte pendant des millénaires, n'y perdant du terrain qu'au XIX^e siècle pour disparaître complètement avec l'achèvement du haut barrage d'Assouan en 1973. Une fois les eaux de la crue estivale du Nil retirées, le paysan égyptien procédait aux semis dans la terre humide et fertilisée par les limons

déposés par le fleuve. Afin d'assurer une répartition optimale de l'eau, le lit majeur était aménagé en vastes casiers au fond nivelé, les *hods*. De la puissance de la crue, variable d'une année sur l'autre en fonction des pluies tombées sur le massif éthiopien, dépendaient l'étendue des surfaces cultivées et les quantités récoltées [Bethemont, 2002]. La culture de décrue se maintient aujourd'hui en plusieurs endroits du Tchad (rives du lac Fitri par exemple) ou encore dans la basse vallée du fleuve Sénégal. La décrue intervenant en fin de saison des pluies, le calendrier agricole est décalé par rapport à celui des cultures pluviales, ce qui présente un intérêt pour les populations combinant les deux activités : étalement de la charge de travail, obtention de deux récoltes dans l'année dont l'une au cœur de la saison sèche (culture dite de « contre-saison »). Les paysans de la basse vallée du Sénégal jouent ainsi habilement des saisons climatiques et hydrologiques et de la topographie, cultivant le mil et le niébé - un haricot à cycle court - sous pluie sur les terrasses dominant la vallée et le sorgho de décrue dans des cuvettes naturelles parsemant le lit majeur du fleuve.

Le tableau serait incomplet sans l'évocation d'une menace naturelle récurrente pour les cultivateurs du nord et du sud du Sahara : les invasions de criquets. Dans sa phase dite solitaire, *Schistocerca gregaria*, le criquet pèlerin, vit en faibles effectifs dans des zones limitées du Sahara et de la péninsule arabique. Des pluies favorables peuvent déclencher le passage à la phase grégaire : les insectes forment alors de gigantesques essaims de plusieurs centaines de millions d'individus, pouvant se déplacer sur des milliers de kilomètres. Les essaims volent le jour, se posent au crépuscule et dévorent toute la végétation au sol. La zone concernée est immense, couvrant une soixantaine de pays, de la Mauritanie jusqu'à l'Inde, de la Méditerranée jusqu'au Kenya [Lecoq, 2004]. Lors de l'invasion de 2003-2005, plus de 15 millions d'hectares ont été touchés au Sahel et au Maghreb, avec des pertes pour les cultures allant de 30 à 70%. La surveillance du ravageur est coordonnée au niveau international par la FAO, qui diffuse prévisions et alertes vers les pays concernés. Une fois les essaims constitués, la lutte, difficile, repose sur l'épandage massif d'insecticides par avion ou à partir de véhicules.

Maîtriser les eaux, exploiter les différences

L'irrigation permet de s'affranchir de la faiblesse générale, de la saisonnalité et de l'irrégularité des pluies, sous réserve de pouvoir disposer de stocks d'eau mobilisables - nappes ou cours d'eau pérennes -, d'un savoir-faire, de ressources humaines et financières permettant de réaliser les équipements. Elle seule permet de cultiver dans le désert, dans les espaces restreints des oasis. Les procédés anciens d'accès à l'eau, d'une grande diversité et ingéniosité - galeries drainantes ou *foggaras*, captage de sources, cuvettes creusées dans le sable pour atteindre des nappes superficielles [Côte, 1999] - régressent au profit des forages profonds assurant des débits bien supérieurs. Des prospections effectuées dans les années 1950 ont en effet révélé la présence d'énormes quantités d'eau dans le sous-sol saharien, contenue principalement dans une couche de grès d'âge secondaire appelée Continental intercalaire. Trois grands réservoirs s'individualisent, en Algérie, dans l'ouest de la Libye et de part et d'autre de la frontière Libye - Egypte. La répartition des eaux souterraines favorise ainsi les mêmes Etats que celle des hydrocarbures. Le sud du Sahara, dépourvu de pétrole, est aussi relativement pauvre en eau. Ces nappes sont exploitées différemment en Algérie et Libye : utilisation sur place dans le premier cas, transfert d'eau vers le littoral en Libye par la grande rivière artificielle, canalisation enterrée comprenant deux branches, dont la construction s'est étalée de 1985 à 2010. Les prélèvements sont nettement supérieurs à la recharge naturelle de ces nappes - laquelle n'est pas nulle, ces nappes ne sont donc pas entièrement fossiles comme on le lit souvent -, d'où une baisse du niveau de l'eau, l'arrêt de l'artésianisme* en certains endroits, le renchérissement du coût du pompage ailleurs.

Les grands fleuves offrent d'autres possibilités d'irrigation. Le Nil est le plus sollicité, dès son parcours soudanien avec l'immense périmètre de Gezira-Managil, au sud-est de Khartoum, arrosé à partir des eaux du Nil Bleu et couvrant 900 000 ha. L'ensemble des terres cultivées égyptiennes bénéficie d'une irrigation pérenne depuis la mise en service du barrage d'Assouan, permettant une double récolte annuelle. Des terres ont aussi été gagnées sur le désert, principalement sur les marges du delta. L'irrigation peine davantage à s'installer dans le Sahel occidental. L'Organisation de mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) est née en 1972 d'une volonté de coopération des trois pays riverains, Sénégal, Mauritanie et Niger, rejoints plus tard par la Guinée, dans le contexte de la grande sécheresse touchant alors la région. Deux barrages ont été construits, l'un à l'amont au Mali pour régulariser les débits, l'autre à l'embouchure pour éviter la remontée d'eau salée dans le fleuve. Le développement de l'irrigation a été lent : 90 000 ha en bénéficient aujourd'hui sur un potentiel estimé de 375 000 ha. Au Mali, le périmètre de l'Office du Niger, projet ambitieux conçu dans l'entre-deux-guerres par l'ingénieur français Bélime, a connu bien des déboires, conséquence d'une série d'erreurs des administrations coloniale et post-coloniale. Il assure tout de même aujourd'hui le ravitaillement en riz du pays. Au Niger, le chantier du barrage de Kandaji, à l'amont de Niamey, a pris du retard en raison de difficultés de financement et de malversations. Outre l'irrigation de quelques dizaines de milliers d'hectares, l'ouvrage, grâce à ses turbines, doit contribuer à détendre la situation énergétique critique du pays, qui importe 60% de son électricité du Nigéria voisin. Ces difficultés conduisent à s'interroger sur l'obstination des Etats à privilégier des grands projets hydrauliques, plutôt que soutenir des opérations moins ambitieuses, à l'échelle locale, avec sans doute de meilleures chances de succès.

Outre des choix politiques discutables, d'autres facteurs expliquent la greffe souvent difficile de l'irrigation dans le contexte sahélien. On ne passe pas si aisément du sorgho de décrue, ne réclamant aucun investissement, au riz irrigué, mobilisant des techniques spécifiques, imposant mécanisation et achat d'intrants et donc souvent le recours à l'emprunt. L'irrigation en outre n'est pas sans conséquence sur la qualité des sols, exposés à un risque de salinisation. L'arrosage abondant fait remonter la nappe près de la surface ce qui, combiné à l'évaporation intense, concentre les sels dans le sol, au point parfois de le rendre incultivable au bout de quelques années. L'unique remède est un drainage efficace, afin d'abaisser le niveau de la nappe. La substitution de la culture irriguée à la culture de décrue, dans les vallées des grands fleuves, prive aussi les terres d'une fertilisation annuelle par les limons d'inondation. Ce manque doit alors être compensé par l'épandage d'engrais. L'Égypte est devenue ainsi l'un des plus gros consommateurs mondiaux d'engrais par hectare cultivé, avec des valeurs très supérieures à celles observées en Europe. Enfin, le développement de l'irrigation s'est parfois accompagné de celui de maladies liées à l'eau, comme le paludisme ou la bilharziose. Cette dernière, due à un parasite hébergé par des mollusques vivant notamment dans les canaux d'irrigation, peut être évitée par le port de protections, bottes et gants.

La mobilisation sous diverses formes des ressources en eau n'est cependant pas la seule réponse aux contraintes de l'environnement dans la partie nord de l'Afrique. L'exploitation de la diversité des milieux en est une autre, qui appelle nécessairement la mobilité des hommes, au sein de territoires souvent dilatés ou disjoints. Elle implique aussi la constitution et la transmission, de génération en génération, d'un profond savoir de la nature. L'utilisation conjointe de la plaine et de la montagne, pour le pâturage des troupeaux et les cultures, est fréquente chez les sociétés rurales du nord du Maghreb. Au Sahel dépourvu de montagnes, les communautés rurales tirent parti de nuances plus subtiles : dépressions et interfluviales, sols sableux convenant au mil et sols argileux propices au sorgho... Les systèmes pastoraux nomades ou transhumants sont sans doute l'expression la plus aboutie de l'exploitation différenciée, dans l'espace et le temps, des spécificités des différents milieux [Kiema et al., 2014]. Durant l'hivernage, les Peul du Mali, par exemple, font

paître leurs troupeaux dans la steppe reverdie. Les mares taries et la végétation desséchée, ils conduisent leurs bêtes courant novembre dans le delta intérieur du Niger, où la décrue du fleuve découvre des prairies couvertes d'une herbe très nutritive, les *bourgoutières*. Des troupeaux touareg profitent aussi de l'aubaine.

In fine, on est conduit à tempérer un discours trop exclusivement centré sur les difficultés d'exploitation des milieux arides et semi-arides entre Sahel et Méditerranée. Les ressources humaines - savoirs et savoir-faire, techniques, capacités d'organisation, etc. - sont en mesure de les surmonter. Et même, d'assurer à ces espaces un rôle dans les économies nationales allant bien au-delà de la simple exploitation des richesses du sous-sol, hydrocarbures ou minerais. L'agriculture oasisienne du Sahara algérien, qui semblait il y a quelques décennies condamnée, a connu un renouveau avec le développement des cultures maraîchères sous serre (plasticulture). La région des Ziban, autour de Biskra, s'est distinguée en ce domaine, au point d'être devenue en deux décennies le potager de l'Algérie, devant les plaines côtières méditerranéennes. Parallèlement s'y maintient une production traditionnelle de dattes. Ce succès économique résulte de la conjonction de plusieurs facteurs : de bonnes ressources en eau grâce à des sources et des forages, des hivers doux permettant la culture des légumes à contre-saison, une paysannerie entreprenante, des possibilités d'expédition rapide vers les villes du littoral méditerranéen [Troin, 2006]. Inversement, dans d'autres parties du Sahara algérien, les projets de grande culture céréalière sous rampe pivot se sont révélés peu rentables et ont été abandonnés [Otmame & Kouzmine, 2013]. Dans le sud marocain semi-aride, une économie dynamique s'est constituée autour de l'exploitation d'un arbre endémique de la région, l'arganier. L'engouement récent pour l'huile d'argan et ses propriétés alimentaires, cosmétiques et pharmacologiques, a fait de cet arbre une importante source de revenus. L'extraction de l'huile à partir de l'amandons des fruits est assurée par des coopératives de femmes [Aziz et al., 2013]. Comme on le voit à travers ces quelques exemples, la nature est loin de condamner le désert et ses marges.

Bibliographie

AZIZ L., MORMONT M., ALLALI K., 2013, « Effets de la marchandisation de l'arganier sur la vie socioéconomique des populations de l'arganeraie marocaine », *Vertigo*, n°1, vol. 13, [En ligne] URL : <https://vertigo.revues.org/13445>

BENCHERIF M., CHAOUICHE S., 2013, « La maison urbaine à patio, réponse architecturale aux contraintes climatiques du milieu aride chaud », *Sécheresse*, vol. 24, n°3, p. 203-213.

BETHEMONT J., 2002, *Les grands fleuves*, Paris, Armand Colin.

COTE M., 1999, *Pays, paysages, paysans d'Algérie*, Paris, CNRS Editions.

DESCROIX L. et al., 2015, « Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'ouest à travers deux régions : la Sénégambie et le bassin du Niger moyen », *Climatologie*, vol. 12, p. 25-43.

HIERNAUX P., LE HOUEROU H.-N., 2006, « Les parcours du Sahel », *Sécheresse*, vol. 17, n°1-2, p. 51-71.

KIEMA A., BAMBARA TONTIBOMMA G., ZAMPALIGRE N., 2014, « Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales », *Vertigo*, n°3, vol. 14, [En ligne] URL : <https://vertigo.revues.org/15404>

LE FLOCH E., GROUZIS M., 2003, *Un arbre au désert : Acacia raddiana*, Marseille, IRD Editions.

LECOQ M., 2004, « Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin », *Sécheresse*, vol. 15, n°3, p. 217-224.

MOLLARD E., WALTER A., 2008, *Agricultures singulières*, Paris, IRD Editions.

NOUACEUR Z., 2013, « Nouakchott, une capitale au péril des vents de sable, de l'ensablement et des inondations », *Sécheresse*, vol. 24, n°3, p. 182-193.

OTMANE T., KOUZMINE Y., 2013, « Bilan spatialisé de la mise en valeur agricole au Sahara algérien », *Cybergéo*, n°632, [En ligne] URL : <https://cybergeo.revues.org/25732#tocto2n4>

ROGNON P., 1989, *Biographie d'un désert*, Paris, Plon.

TROIN J.-F., 2006, *Le Grand Maghreb*, Paris, Armand Colin.

VIGNEAU J.-P., 2000, *Géoclimatologie*, Ellipses.

Glossaire

Artésianisme : jaillissement d'eau à la surface du sol à partir d'une nappe captive. Le phénomène se produit lorsque le niveau piézométrique de la nappe se situe au-dessus de celui du sol.

Erg : vaste étendue de dunes modelées par le vent.

Evapotranspiration potentielle (ETP) : fourniture de l'eau à l'atmosphère par évaporation au-dessus des sols et des étendues d'eau et transpiration des organismes vivants, en supposant une disponibilité de l'eau illimitée.

Hamada : plateau rocheux au Sahara.

Isohyète : ligne joignant les points recevant la même quantité de précipitations durant une période donnée.

Lit majeur : partie du lit d'un cours d'eau inondée en temps de crue, par opposition au lit mineur, où les eaux s'écoulent en temps ordinaire.

Oued : cours d'eau des régions arides et semi-arides à écoulement très irrégulier, le plus souvent intermittent.

Mousson : flux atmosphérique issu du franchissement de l'équateur par l'alizé, ce qui en modifie la direction. La force de Coriolis, liée à la rotation de la terre, dévie en effet les vents vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud. Dans une acceptation régionale,

hors du continent africain, le terme désigne aussi le renversement saisonnier des vents en Asie méridionale et dans l'océan Indien (« mousson d'hiver » et « mousson d'été »).

Phœniculture : culture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.).

Reg : plaine caillouteuse des régions désertiques, résultant de l'action érosive du vent qui a emporté les éléments fins (déflation éolienne).

Soudure : période comprise entre l'épuisement des stocks constitués lors de la récolte précédente et la nouvelle récolte.

Steppe : formation végétale basse, herbacée, buissonnante ou arbustive, n'assurant pas un recouvrement complet du sol. La steppe est donc une formation végétale *ouverte*, à la différence de la savane, formation végétale *fermée*.

Zone de convergence intertropicale (ZCIT) : zone marquant la limite entre la circulation atmosphérique des deux hémisphères. Celle-ci se traduit par une convergence des vents au sol, alizés et/ou mousson, qui forme une structure favorable à la formation de précipitations. Parfois dénommée *équateur météorologique*.