

L'eau et l'irrigation d'après les traités d'agronomie andalous au Moyen Age (XIe et XIIe siècles)

Bolens L.

L'aménagement des eaux

Paris : CIHEAM
Options Méditerranéennes; n. 16

1972
pages 65-77

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010495>

To cite this article / Pour citer cet article

Bolens L. **L'eau et l'irrigation d'après les traités d'agronomie andalous au Moyen Age (XIe et XIIe siècles)**. *L'aménagement des eaux*. Paris : CIHEAM, 1972. p. 65-77 (Options Méditerranéennes; n. 16)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

L'eau et l'irrigation d'après les traités d'agronomie andalous au moyen-âge (XI^e-XII^e siècles)

Lucie BOLENS

Maître-Assistant
Faculté des Lettres
Genève

LE CADRE HISTORIQUE

« L'école agronomique » andalouse des XI^e et XII^e siècles

La vocation agricole espagnole ne date ni des Musulmans ni des Romains, elle leur est antérieure et l'archéologie en fait preuve (1). Le lieu n'est pas ici de reconstituer les éléments de cette remarquable continuité dans l'art de cultiver la terre et de lui donner l'eau, mais d'évoquer, en préambule, à travers la riche littérature agronomique des Hispano-Arabs médiévaux, la conscience ressentie par eux d'appartenir à cette Tradition au point de s'y référer constamment, y compris au moment de l'innovation.

Après 3 siècles d'efforts pour l'harmonisation de diverses catégories ethniques (dont les conflits, du VIII^e au X^e siècle, prennent un caractère de plus en plus économique), à savoir chefs de tribus syriens, berbères islamisés, descendants des chrétiens convertis (ou Muwallads), mozarabes restés chrétiens, sans oublier les esclaves dont l'importance politique ne fut pas négligeable, c'est au X^e siècle que l'unité politique semble réalisée, le khalifat étant proclamé à Cordoue par Abd-Er-Rahman III. Mais au début du XI^e siècle, c'est « l'éclatement du khalifat de Cordoue » et la réorganisation économique du pays à l'échelle régionale. En fait, la force des particularismes locaux répond à une réalité géographique autant qu'à des réactions « féodales » des gouverneurs de provinces et des grands chefs arabes qui avaient eu le temps de s'implanter fortement autour des centres vitaux de Saragosse, Valence, Tolède, Grenade, Séville... et qui manifestent par la révolte leur refus des implications socio-économiques de la centralisation.

C'est alors qu'apparaît l'école agronomique andalouse — la décentralisation des « Reyes de Tā'ifas » s'accompagne d'une forte stimulation à la production — les nouveaux rois se transforment en mécènes et les auteurs des « Livres d'Agriculture » que nous avons étudiés (2) travaillent pour les princes de Tolède et de Séville, dans des jardins royaux utilisés comme jardins expérimentaux.

Chacun de ces « livres d'agriculture » comprend un chapitre sur l'irrigation qui décrit un dispositif technique. Mais l'eau et les considérations agronomiques sont partout éparses dans les chapitres relatifs

aux espèces cultivées. Dispositif en place et considérations agronomiques, le second élément éclaire toujours le premier, et donne à l'agriculture médiévale andalouse valeur scientifique.

L'intérêt pour l'agronomie ne date cependant pas de la décentralisation. L'illustre Calendrier de Cordoue (3) se situe au X^e siècle et, quoique son but essentiel soit d'ordre liturgique, l'agriculture y occupe une place importante.

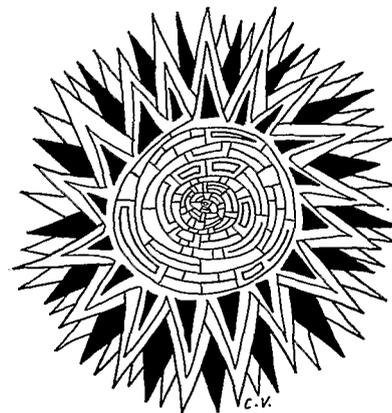
Par ailleurs, malgré la forte teinte locale de nos textes, où la pensée de l'hispano-romain Columelle se détache en ligne de force, les livres d'agriculture des XI^e et XII^e siècles sont fortement influencés par l'orientale « Agriculture Nabatéenne » d'Ibn Wahšīyya (4) (vers 900), dont les Andalous s'inspirent souvent. L'auteur veut montrer l'ancienneté de l'agriculture mésopotamienne et véhicule ainsi un nombre considérable de préceptes, recettes, méthodes sur l'art de travailler la terre et d'utiliser l'eau :

« Le but très remarquable de l'auteur est de dresser le bilan de cette civilisation paysanne traditionnelle [mésopotamienne de tradition pré-islamique] face à l'islamisation et à l'urbanisation de son temps » (Claude Cahen) (5).

Trait commun à l'Orient et à l'Occident méditerranéens, le problème de l'eau, surtout aigu, les terres se distinguant selon qu'elles doivent et peuvent être irriguées artificiellement ou non.

Rome, l'Islam et la maîtrise de l'eau

C'est souvent d'après cette maîtrise de l'eau que l'on a jugé la civilisation matérielle islamique en la comparant à la romaine, soit pour la dénigrer soit pour l'exalter. En fait, l'opposition se justifie d'autant moins que l'histoire des techniques nous donne l'exemple d'une remarquable continuité. La thèse traditionnelle de la reprise en main d'un dispositif mis en place par Rome s'avère fondée, à cette nuance près que la Turdétanie pré-romaine offrait déjà aux voyageurs des paysages agricoles de prospérité, grâce à l'eau judicieusement distribuée sous un climat de tendance sub-aride. Filiation entre Rome et l'Islam quant à l'extension continue du réseau d'irrigation. Mais ce sont les considérations agronomiques relatives à l'eau qui donnent la marque d'un progrès



(1) Cf. H. Vicens Vives, *Historia social y económica de España y América*, Barcelona, 1957 (5 vol.), t. I.

(2) *Ibn Wafid al-lajmi* : Somme : *majmūf*. Connue par un compendium en castillan du XIV^e-début XV^e siècle, publié par le Pr José M^a Millas-Vallicrosa, dans *Al-Andalous*, vol. VIII, 1943.

Ibn Bassal al-Tulaytuli : *kitab al-qsad oual biyan* : Livre de la proposition et de la démonstration. Connue par un compendium en castillan du XV^e siècle, publié par le Pr Millas-Vallicrosa, dans *Al-Andalous*, 1943.

Abu-l-Khayr al-Ishbili : *kitab al-falaha*. B.N. Paris n^o 4764, fol. 61 à 180. Extraits (cultures industrielles) publiés fin XIX^e siècle par A. Cherbonneau, et présentés par H. Pérès (Alger, 1946).

Ibn al-'Awwam : *kitab al-falaha* : Livre de l'agriculture.

— Éd. du texte arabe et traduction castillane par Banqueri, 2 vol. (Madrid, 1802).

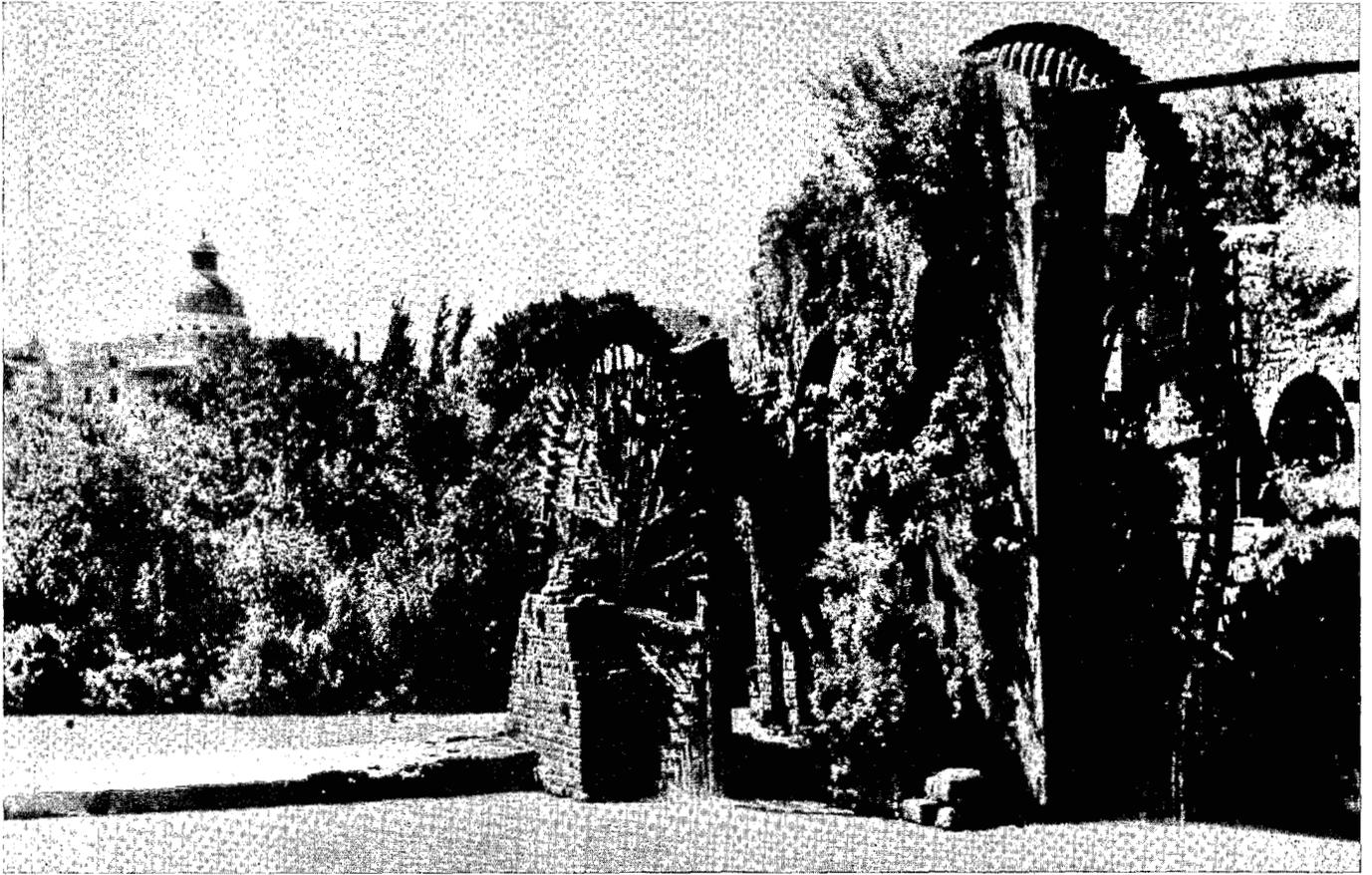
— Éd. française par J. J. Clément-Mullet : 2 t. en 3 vol. avec glossaire (Paris, 1864-1867).

— C. Crispo Moncada : Actes du VIII^e Congrès des Orientalistes, vol. II, pp. 215-257 : public. et trad. de nouveaux passages de l'œuvre d'Ibn al-'Awwam.

(3) *Le Calendrier de Cordoue*, publié par Dozy, nouvelle édition traduite et annotée par Ch. Pellat. Leiden, E. V. Brill, 1961. Calendrier liturgique en version médiévale arabe et latine; les deux textes indiquent les fêtes musulmanes et chrétiennes, et chaque mois s'achève par un remarquable tableau des principaux travaux agricoles. La publication du Pr Pellat, accompagnée d'une traduction française et d'abondantes notes, est une perfection du genre.

(4) *Ibn Wahšīyya: Al-falaha al-Nabatīyya*: L'agriculture nabatéenne. Sur l'état actuel de la controverse le concernant, cf. E. I. II, 457; et T. Fahd.

(5) Cl. Cahen, *L'Islam des origines au début de l'Empire ottoman*, Paris, Bordas, 1970, p. 104.



Noria de Hama en Syrie Centrale : grande roue hydraulique à palettes motrices et auges en bois ; le cours du fleuve permet l'élévation de l'eau déversée ensuite dans des rigoles. Celle de Tolède, qu'admirait Idrisi au XII^e siècle appartenait vraisemblablement à cette catégorie de grandes roues mues par la force du courant. (Photo extraite de D. et J. Sourdel, *La Civilisation de l'Islam classique*, Paris Arthaud, 1968.)

(6) Idrisi (XII^e s.), *Description de l'Afrique et de l'Espagne*, texte arabe et trad. fr. par R. Dozy et E. de Goege, Leyde, Brill, 1866, pp. 187-188. Cf. Lévi-Provençal, *Espagne Musulmane*, 1932, p. 166.

(7) Vitruvius (I^{er} s.), *De architectura*, trad. Ch. L. Maufas, P. Panckoucke, 1847 (2 vol.); Strabon (I^{er} s.), *Géographie*, Paris, Belles-Lettres, 1969; Pline (I^{er} s.), *Histoire Naturelle*, sur les Aqueducs, L. XXXIII, 21 (pp. 54-55 de l'éd. Panckoucke, t. 19, non réédité aux Belles-Lettres); L. XXVI, 24 (pp. 193-194, t. 20, éd. Panckoucke); Frontinus (I^{er} s.), *De Aquae ductu*, Paris, Belles-Lettres (P. Grimal), 1944; nommé « curator aquarum » alors qu'il ignorait tout des lois de l'hydraulique, sa nouvelle charge l'amena à s'instruire et à pousser ses recherches à un degré qui explique le haut niveau moyen de savoir que supposent les dispositifs urbains et ruraux.

(8) M. le Pr Toubert, spécialiste du Latium médiéval, m'a suggéré cette différence qui me paraît très bien distinguer, en matière d'irrigation, les deux civilisations techniciennes que sont la romaine et l'islamique.

(9) Cf. E. Lévi-Provençal, *Espagne Musulmane au X^e siècle*, Paris, 1932, p. 106.

(10) Sur l'origine géographique des kanat, cf. R. J. Forbes, in C. Singer, E. J. Holmyard and A. R. Hall, *A History of technology*, vol. II, The Mediterranean civilisation and the Middle Ages, c. 700 BC to c. 1500 AD, Oxford University Press, New York and London, 1956, p. 666.

médiéval à multiples conséquences sur le plan de la production agricole.

On sait l'ampleur des travaux romains quant à l'approvisionnement en eau des villes. Aqueducs et canalisations souterraines (ces dernières, non visibles, sont loin d'être les moins importantes) semblent faire fi du relief, tranchent à vif dans le pays pour y graver les routes ou y lancer les aqueducs. Ceux de Mérida, Ségovie, Tarragone franchissent les vallées et creusent les flancs des sierras. Celui de Tolède suscitera des siècles plus tard l'admiration du géographe arabe Idrisi (6) :

« On y voit sur le Tage un aqueduc très curieux, composé d'une seule arche au-dessous de laquelle les eaux coulent avec une grande violence et font mouvoir, à l'extrémité de l'aqueduc, une machine hydraulique (nā'ūra) qui fait monter les eaux à 90 coudées de hauteur » ; « les jardins qui entourent Tolède sont entrecoupés de canaux sur lesquels sont établies des roues à chapelets (dawālīb) destinées à l'arrosage des vergers. » [1 coudée égyptienne = 46,2 cm, soit une noria qui élève les eaux de 41,58 m env.] [illustrations ci-dessus].

Sur le plan théorique les œuvres des Romains, Vitruve, Strabon, Pline, Frontinus surtout (7), témoignent, autant que les réalisations elles-mêmes, de ce génie en matière de conduction d'eau qui caractérise Rome, dont la civilisation originelle s'était déployée dans des régions bien pourvues en eau, tandis que les Hispano-

Arabes se signalent encore au XI^e siècle par une méticuleuse aptitude à détecter et à puiser l'eau; ainsi se rappellent à eux l'Arabie originelle et le désert, à l'âge de l'Agriculture et de la Sédentarisation (8).

Les Califes cordouans ne négligèrent pas les réseaux d'amenée d'eau vers les villes, et sous l'illustre Abd-Er-Rahman III (X^e s.), la construction d'une canalisation de grande envergure (kanat) dirigea l'eau de la Sierra Morena jusqu'à la mosquée de Cordoue (941). Par cette grande canalisation, il voulait affirmer la majesté du pouvoir califal (9). A la ville la noria fait déjà figure de vieux système, supplantée par le kanat, pourvoyeur en eau courante, donc propre. L'Orient vient ici enrichir le legs indigène et la tradition romaine (10).

Comme les aqueducs romains, les grandes canalisations comportent de gigantesques arcades soutenant les conduits aériens, mais aussi, moins spectaculaires, un important réseau de tunnels souterrains dont la réalisation s'appuie sur les expériences de forage dans les mines d'Espagne, des châteaux d'eau, des réservoirs et, dans les villes, des égouts souterrains et des fontaines monumentales.

Romaines et arabes, ces réalisations sont destinées aux villes. Nulle mention précise, dans la littérature, des réseaux d'irrigation rurale si ce n'est pour une appréciation globale du niveau de civilisation. Inversement, dans les traités



Métaierie musulmane avec noria et rigoles d'irrigation. Illustration de « l'Histoire des amours de Bayad et Riad » (Bib. Vaticana Cod. Arap. 368).
(D'après J. Vicens y Vives, *Historia social economica de España y America*, Barcelone, Teide, 1957, T. 1, p. 153.)

l'agronomie andalouse, le silence le plus total règne à l'égard des travaux de conduction urbaine. Les deux littératures ignorent et ce cloisonnement surprend l'autant plus que pratiquement les niveaux atteints dans l'un et l'autre monde, l'urbain et le rural, sont indissociables.

Assurée par une catégorie sociale dont les textes parlent peu avant les traités d'agronomie des XI^e et XII^e siècles, l'irrigation apparaît dans l'histoire des techniques de distribution d'eau comme le parent pauvre des grands travaux urbains, aqueducs et canalisations desservant riches demeures, palais princiers et mosquées. Alors que les chroniques renseignent sur le dispositif urbain, nous sommes réduits à la conjecture la plus incertaine pour l'établissement d'une histoire de l'irrigation agricole. Il semble que le dispositif de la petite irrigation remonte au passé pré-romain, lié à la sédentarisation et à l'institution monarchique. La prospérité vantée par Strabon n'est pas redevable aux Romains (11) et ce remarquable géographe fait bien la distinction entre une Turdétanie (Andalousie du Sud) fertile et ces immenses plateaux rocaillieux et secs de la Castille centrale.

Jusqu'à l'Èbre au Nord, jusqu'à l'Atlantique à l'Ouest, pour nous limiter au territoire islamisé au Moyen Âge, le partage des terres entre les deux systèmes d'agriculture sèche et irriguée fut fixé très tôt

par les conditions naturelles. La mise en valeur la plus tardive concerne la région de Valence. Après la Reconquête, seuls les barrages réservoirs des XVII^e et XVIII^e siècles viendront transformer le réseau en place.

Contrairement à ce que l'on peut imaginer, les traités d'agriculture des XI^e-XII^e siècles font une place immense à la culture sans irrigation. La culture sèche (ou *de secano*) comporte déjà d'immenses étendues d'oliveraies et de terres à blé. Les sols *de secano* sont en fait les sols les mieux pourvus en eau naturelle, tandis que les régions d'irrigation ne doivent leur colonisation qu'à l'irrigation artificielle. Naturellement arides, elles furent de vrais déserts avant que l'industrie humaine ne les transforme en *huertas*.

Si le premier réseau d'irrigation était mis en place à l'époque celtibère, on s'accorde pour attribuer aux Romains les premières huertas (12). L'exemple de Valence est une illustration significative de ce mode de colonisation grâce à l'eau d'une région déserte aride. C'est en effet dans le Levante, autrefois pays aride et sans eau, que furent exilés par les Romains les partisans de Viriathe après la mort de ce dernier qui symbolisa la résistance espagnole à l'occupation romaine (II^e s. av. J.-C.). L'exil de ses partisans ne se conçoit pas autrement que par l'absence totale de toute irrigation au II^e siècle av. J.-C. dans la région de Valence. Malgré

(11) Strabon, *Géographie*: « Les campagnes qui bordent le Boetis sont cultivées avec un soin extrême. Les bois et les plantations sont admirablement entretenus par les Celtiques (Celtici). » Les Turdétans sont d'admirables cultivateurs, et la Turdétanie une contrée riche « comparée aux forêts, aux montagnes et aux plaines à sol maigre du reste du pays ». Ces paysages ne sont pas le résultat de la colonisation romaine qui s'exerça surtout, en Espagne, à partir du I^{er} siècle après J.-C., mais de l'antique mise en valeur par les Ibéro-celtiques, lesquels ne sont pas eux-mêmes des autochtones.

(12) Cf. J. Brunhes, *L'irrigation, ses conditions géographiques...*, Paris, 1902; de même, X. de Planhol, *Fondements géographiques de l'histoire de l'Islam*, Paris, Flammarion, 1968.

son acte de naissance romain, Valence, cas extrême sur le plan géographique et chronologique, dernière née des régions arides colonisées avec son superbe réseau de canalisations à prises fluviales est, de toutes les régions d'agriculture intensive irriguée, celle qui porte la marque musulmane la plus forte, tant sur le plan technique (13) qu'en matière d'organisation juridique de distribution. L'institution du tribunal des eaux ou des *acequias* remonte en effet à cette époque.

Petite et grande irrigations ibériques portent la marque indélébile de la période musulmane. Pour n'y voir qu'une parenthèse sans impact sur la réalité, il faut faire fi de l'influence sur la langue (14) castillane du vocabulaire arabe d'irrigation (15), et des institutions du tribunal des eaux. L'argument selon lequel seule la durée de l'occupation musulmane servit l'extension du réseau d'irrigation ne résiste pas à l'examen de documents comme les traités d'agronomie. On y voit le déploiement d'une connaissance achevée des conditions les plus rationnelles pour une irrigation rentable, technologiquement et agronomiquement (16).

Un recours à la géographie régionale ne serait pas superflu. Nous nous contenterons cependant d'un bref rappel des conditions morphologiques, orographiques et climatiques afin d'esquisser une explication de l'ancienneté plus ou moins grande de l'irrigation dans les diverses unités agricoles espagnoles. Pourquoi l'Andalousie méridionale, celle que Strabon nomme la Turdétanie, a-t-elle toujours été fertile, pourquoi le Levant fut-il irrigué tardivement, pourquoi les steppes intérieures de la Castille nord-occidentale sont-elles encore aujourd'hui désertiques? Nous nous limiterons aux questions qui peuvent éclaircir notre sujet et expliquer la réussite économique de dispositifs relativement simples (ceux de l'Antiquité et du Moyen Âge).

PRIMAUTÉ DE L'EAU DE PLUIE

Les terroirs andalous appartiennent au domaine du discontinu. « Contrastes des plaines sèches, des plaines humides, des collines, des montagnes, qui morcellent à l'infini les régions littorales » (17), mais aussi de grands ensembles comme les collines marneuses de la plaine andalouse ou les plateaux intérieurs de Castille. Si elle contribue à fragmenter le pays, la montagne s'intègre à l'économie générale. Parmi ce qu'elle fournit de plus précieux à la plaine, l'eau abondante des fontes de neiges survenant au cœur de l'aridité estivale.

Autre élément favorable à l'irrigation, les axes fluviaux, autour desquels s'organisent les *vegas* (zones céréalières irriguées) et les *huertas* (zones maraîchères irriguées), les deux types de régions agricoles étant rarement tranchés et les *vegas* évoluant souvent en *huertas*.

Les pluies annuelles oscillent d'une moyenne de 600 mm de pluie à moins de 400, ce qui explique l'obsédante attente de la pluie qui apparaît, dans nos documents, sous la forme d'une terminologie

riche et nuancée et par la primauté exprimée à l'égard de tout ce qui concerne les pluies : pluie douce et légère tombant sans interruption pendant 24 heures, pluie de lavage violente qui dissout la salure et l'âcreté du sol, pluie bourbeuse qui nourrit la terre, etc. Car la récupération de l'eau pluviale est en effet le premier souci du paysan. Et nous trouvons déjà des considérations de météorologie agricole où s'intègrent la quantité d'eau tombée au moment nécessaire, la forme des chutes d'eau, les intervalles de sécheresse entre les pluies, la capacité d'absorption du sous-sol... En ce qui concerne la saison des pluies, problème capital pour les labours d'automne, les conditions générales exprimées d'une bonne récolte sont les suivantes :

— Des pluies d'automne non tardives Ibn Bassal indique octobre (18), mais leur retard prolongeait souvent la sécheresse estivale jusqu'en novembre-décembre, compromettant ainsi le début des labours impraticables autrement. (Comme dans le Byzacium décrit par Pline, la terre sèche que de puissants taureaux n'auraient pu retourner, était après les premières pluies labourée par une charrue attelée à un âne d'un côté, à une femme de l'autre (19) Notons au passage que ce mode d'attelage pratiqué en Numidie romaine, n'a donc pas été introduit par les Arabes.)

— Des pluies de printemps sont nécessaires : février-mars, c'est la mise en terre des drageons ou branches éclatées, c'est la fin de l'hiver végétal (20) et les précipitations liées à la hausse de température aident la phase essentielle du processus végétal qu'est le tallage. L'été étant sec, il entraîne la troisième condition d'une récolte valable, à savoir :

— une irrigation estivale, partout où elle est possible, pour pallier la convergence en zone méditerranéenne des fortes chaleurs et de la sécheresse, aggravée par une nette tendance continentale.

Je n'ai pu détecter aucune indication sûre de la poussée xéothermique qui affecta toute l'Europe médiévale entre le VII^e et le XI^e siècle (21), si ce n'est, à propos des sols, la hantise à l'égard d'un durcissement excessif des couches superficielles.

Les moyens décrits de récupération de l'eau pluviale sont simples; ainsi pour la reproduction de l'olivier par bouture

« Avant de combler la fosse, on jette de petits cailloux au pied du plant, afin d'y entretenir la fraîcheur, puis on procède au rebouchage. Le trou ne doit pas être entièrement comblé, afin que les eaux pluviales puissent séjourner. Ce travail s'effectue avec précaution par couches égales et successives, que l'on presse légèrement avec le pied » (22).

Cette pratique est encore la seule valable pour toute l'Andalousie méridionale dite « sèche », bénéficiant de sols évoluant en sols « tirs », aptes à conserver longtemps dans les couches profondes l'humidité pluviale. Les façons superficielles (binage répétés) sont fondamentales pour « fermer » le sol, empêcher la remontée de l'eau par capillarité (23). L'idée, conden

(13) J. Ribera y Tarrago, « El sistema de riegos en la huerta valenciana no es obra de los Arabes », in *Disertaciones y opusculos* (1887-1927), t. II (historia arabe valenciana), Madrid, 1928, démontrant l'origine pré-musulmane du système valencien, apporte simultanément des arguments en faveur du développement par les Musulmans du réseau romain. Entre autres à noter la ressemblance du réseau valencien avec le système almoraide de Marrakech (prises fluviales à partir de l'O. Tensift). Une imitation en sens inverse n'est certes pas exclue, mais le seul silence des textes ne suffit pas pour soutenir la théorie de la non-influence musulmane en matière d'irrigation.

(14) Cf. Lévi-Provençal, *Histoire de l'Espagne musulmane*, et A. Castro, *Réalité de l'Espagne*, Paris, 1963.

(15) Quelques exemples : alberca = bassin (ar = al-birka); azud = barrage (ar = as-sudd); noria (ar = na'ura); aceña : roue hydraulique (ar = as-sa-ni-ya); arcaduz : tuyau de terre cuite pour les canalisations (ar = al-kadus), etc.

(16) Selon Ignacio de Asso, *Historia de la economía política de Aragón*, Zaragoza, éd. 1947, autour de Saragosse où l'islamisation fut courte, 25 000 acres avaient été irrigués par les Arabes. A la Reconquête, les chrétiens créèrent d'autres importants systèmes dans la vallée du Genil (Andalousie), dans le bassin de la Segura (Murcie) et la vallée du Segre (Catalogne), selon R. Smith, in *Cambridge Economic History of Europe*, 1966, « Medieval Agrarian Society in its prime », Spain (pp. 432-448); cf. l'influence sarrasine dans le Roussillon, in J. A. Brutsaers, *Étude sur la condition des populations rurales du Roussillon au Moyen Âge*, 1891.

(17) M. Derruau, *Précis de géographie humaine*, Paris, A. Colin, 1961, p. 255.

(18) Bassal, trad. Castillane, *Al-Andalous*, XIII, 1948, IV, p. 369.

(19) Pline, HN, XVII, 3, 12.

(20) °Awam I, ch. V, p. 163 (selon Hadj de Grenade).

(21) Razi, « Description de l'Espagne X » reconstitué par E. Lévi-Provençal (*Al-Andalous*, VIII, 1953), p. 59 sq., insiste sur la richesse en eaux fluviales, en sources d'eau douce, en pluies, de l'Espagne en général (X^e s.), p. 62 : « La plus grande partie des Espagnes, celle du Levant comme celle de l'Ouest, est arrosée par ces fleuves, par d'autres cours d'eau et par des sources, ainsi qu'au moyen de barrages et autres systèmes d'irrigation. »

(22) A. Khayr, éd. H. Pérès, p. 13. Le labour avant les pluies, si important pour favoriser l'imbibition par le sol, est impossible avec le simple araire à la fin de l'été. Ainsi que le relèvent les Médiévaux : « 8 bœufs n'y suffiraient pas ». C'est une des principales difficultés de l'agriculture méditerranéenne médiévale.

(23) Cf. Rivière et Lecq, *Traité pratique d'Agriculture pour le Nord de l'Afrique*, Paris, 1914, p. 101 : « une terre ameublée retiendra plus de 4/5 de la pluie tombée ».

sée, est explicitement exprimée dans le Calendrier de Cordoue :

Octobre amène les pluies et « alors prend in l'époque durant laquelle l'eau n'apparaît pas en surface ».

L'automne est la saison bénie « parce que la pluie tombe à une époque où la terre a besoin d'eau et elle maintient toute l'année l'humidité de la couche arable ».

Ainsi s'expriment au Moyen Age les possibilités de l'oléiculture et de la céréali-culture en terre espagnole de *secano* : l'eau est présente même si on ne la voit pas. Précieuses entre toutes, ces pluies peuvent être redoutables si, tombant orageusement, elles ruinent la récolte de blé en particulier. Parmi les protections que le paysan doit prodiguer à sa récolte, les plus nombreuses concernent les tempêtes. Cornes de cerfs,ivoires, vin chaud dont on fera selon l. Wafid une liqueur protectrice versée sur la semence, empêcheront plus tard l'orage dévastateur. La pluie est bénéfique mais capricieuse, brutale. C'est le bien suprême. Il faudra la garder sous toutes les formes possibles, guetter le vent qui accentue l'évaporation et rend moins rentable l'irrigation. Au fil des pages et malgré l'existence d'un chapitre spécial qui traite de l'irrigation, les Andalous établissent un lien constant entre la tranche d'eau tombée en pluies et les possibilités ultérieures de l'irrigation. Car l'irrigation dépend aussi des pluies annuelles modifiées par l'évaporation (24); or, celle-ci atténue fortement l'eau utile aux champs par suite d'une ventilation incessante de l'atmosphère (25) et les textes médiévaux sont éloquents sur ce point. Plateaux et vallées sont balayés par les vents, hiver comme été, et ici encore se rejoignent les textes agronomiques et le Calendrier de Cordoue (26). Outre la richesse de la terminologie, on notera que, dans le Calendrier de Cordoue, les vents sont rangés parmi les événements d'importance, datés à un jour près. Dans les traités d'agronomie, ils sont partout, omniprésents, soufflant toute l'année. Ils sont la plaie du paysan, surtout les vents froids du nord, desséchant les rigoles et gerçant les bassins. Ils bousculent les prévisions des semis et plantations, l'irrigation indispensable pour ces opérations ne pouvant plus être rentable par un jour de vent chaud. Seul, selon Ibn Wafid, le vent d'occident est favorable aux semailles (27).

La sécheresse de l'air ne présente qu'un aspect positif, elle permet une longue conservation des céréales signalée au Moyen Age comme miraculeuse : le blé de Tolède une fois ensilé peut se conserver un siècle entier sans s'altérer (28).

Pour tout le reste, c'est la pluie qui compte. Elle alimente en eau les fleuves, permettant l'irrigation de type valencien; elle alimente les nappes phréatiques et par là les puits; la pluie ou la neige puisque c'est grâce à la fonte des neiges que l'agriculture est possible dans les *vegas*.

L'irrégularité de l'hydrographie et de la pluviosité est compensée par l'apport en été des réserves d'eau que représentent les hautes montagnes. La Sierra Nevada en est un exemple illustre qui, proche de la mer (35 km) et haute de 3 500 m, arrête et condense sous forme de neige les nuages chargés de vapeur d'eau (29). L'irrigation des petites plaines côtières (Malaga, Almuñecar, Motril, Adra, Almería) dépend

de la plus ou moins grande distance à l'égard des sommets neigeux. La rigueur même de l'hiver est promesse d'un été « irrigué ». Si la réserve hivernale est insuffisante, c'est l'alfa (*l'esparto*) qui règne.

C'est là, au pied de la Sierra, près des sources, qu'au Moyen Age on doit choisir un champ quand on défriche.

Toutes les formes sous lesquelles « l'eau utile » se présente en agriculture sont évoquées dans les traités d'agronomie en termes plus ou moins explicites : violentes averses ou pluies fines, eau ou neige, la pluie conditionne la vie des plantes, sans négliger la rosée (« précipitations occultes » des géographes) : les sols durs de montagne seront retournés la nuit pour que le sol profite de l'humidité nocturne (30); aucune méfiance, contrairement à Pline (31), à l'égard des fortes rosées pouvant causer la rouille du grain, l'air espagnol est en effet trop sec pour cela.

LE DISPOSITIF D'IRRIGATION DÉCRIT DANS LES TRAITÉS ANDALOUS : LA TECHNOLOGIE

Le dispositif décrit ne répond pas à un tableau général mais à une amélioration des dispositifs en place. Aucune trace d'un bouleversement technique, y compris par rapport au canevas romain (Columelle). Mais des aménagements de détail dignes des deltas asiatiques, soutenus par des références érudites de l'Antiquité et du Moyen Age.

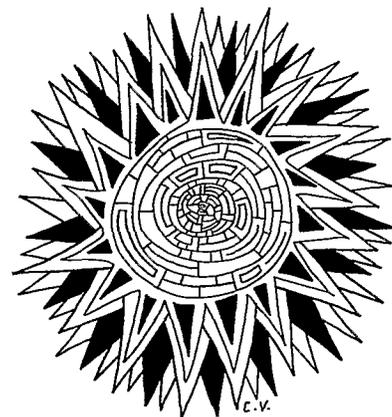
A quelle tradition se réfèrent les Andalous en matière d'irrigation ?

Les noms cités sont orientaux et médiévaux : *Anatolius de Berytos* (32) et *Bolos Democritos* (II^e s. av. J.-C.), *Ffeylon* (33) (= Philémon?), auteur d'un livre sur la Direction des eaux; Jacob, fils de Cag el Quindi (= *Ya'qub ibn Ishaq al-Kindi*) (34) dont Ibn Wafid nous dit qu'il écrit le meilleur livre jamais écrit sur l'eau, enfin *Paxamos* qui transmet aux géoponiciens byzantins l'expérience classique (Pline) de la pelote de laine servant à renseigner sur la proximité de l'eau et l'essentiel de l'enseignement antique pour la reconnaissance des eaux (35). Ajoutons à cette liste Ibn Wahšhiyya largement utilisé par Ibn al-Awwam, mais supplanté néanmoins par les références aux contemporains espagnols.

La Tradition exprimée se réduit à peu de choses. Cette donnée, qui tranche avec la continuité vérifiée ailleurs entre Rome et l'Islam, nous porte à penser qu'en matière de petite hydraulique rurale, l'empreinte islamique s'inscrit dans un faisceau complexe où le déterminisme géographique local rend superflu le coutumier apparat livresque. Sont surtout présents les travaux des contemporains, Abu-l-Khayr, Ibn Bassal, Ibn Wafid, Hadj de Grenade, se citant mutuellement, et l'Agriculture Nabatéenne.

La terminologie

Elle ne nous donne rien de comparable aux mensurations, à l'enregistrement chiffré



(24) Rivière et Lecq, *ibid.* Pour une même tranche d'eau pluviale annuelle, un pays peut être qualifié de pays sec si l'évaporation est forte ou de pays humide si elle est faible.

(25) Cf. J. Brunhes, *op. cit.*, p. 33.

(26) *Calendrier de Cordoue*, éd. Pellat, avril (pp. 68-69). Le sargit t-tuffat, les bawarih, vents d'été chauds (nuisent aux fruits), qui dessèchent tout (p. 112); « un homme a soif entre le bassin et le puits » (17 juillet); le vent « moucheté », p. 108; le samum (simoun); as-sama'im, p. 110, finissent le 20 août; 40 jours de vents froids d'hiver en décembre-janvier (p. 178); le cœur de l'été est fixé au 28 juillet (p. 116).

(27) Ibn Wafid, p. 308.

(28) Cf. les géographes Yakut, Na'gam al-Buldani, III, p. 329.

(29) Cf. Fr. J. Simonet, *Descripción del Reino de Granada*, Granada, 1872, p. 17 : en parlant de la Sierra de Parapanda (les Arabes l'appelaient Barbandara) on dit : « Quand Parapanda met son bonnet il y a de l'eau dans la terre. » L'alimentation en eau au creux de l'été est ainsi assurée.

(30) *e*Awwam, I, 1, 51.

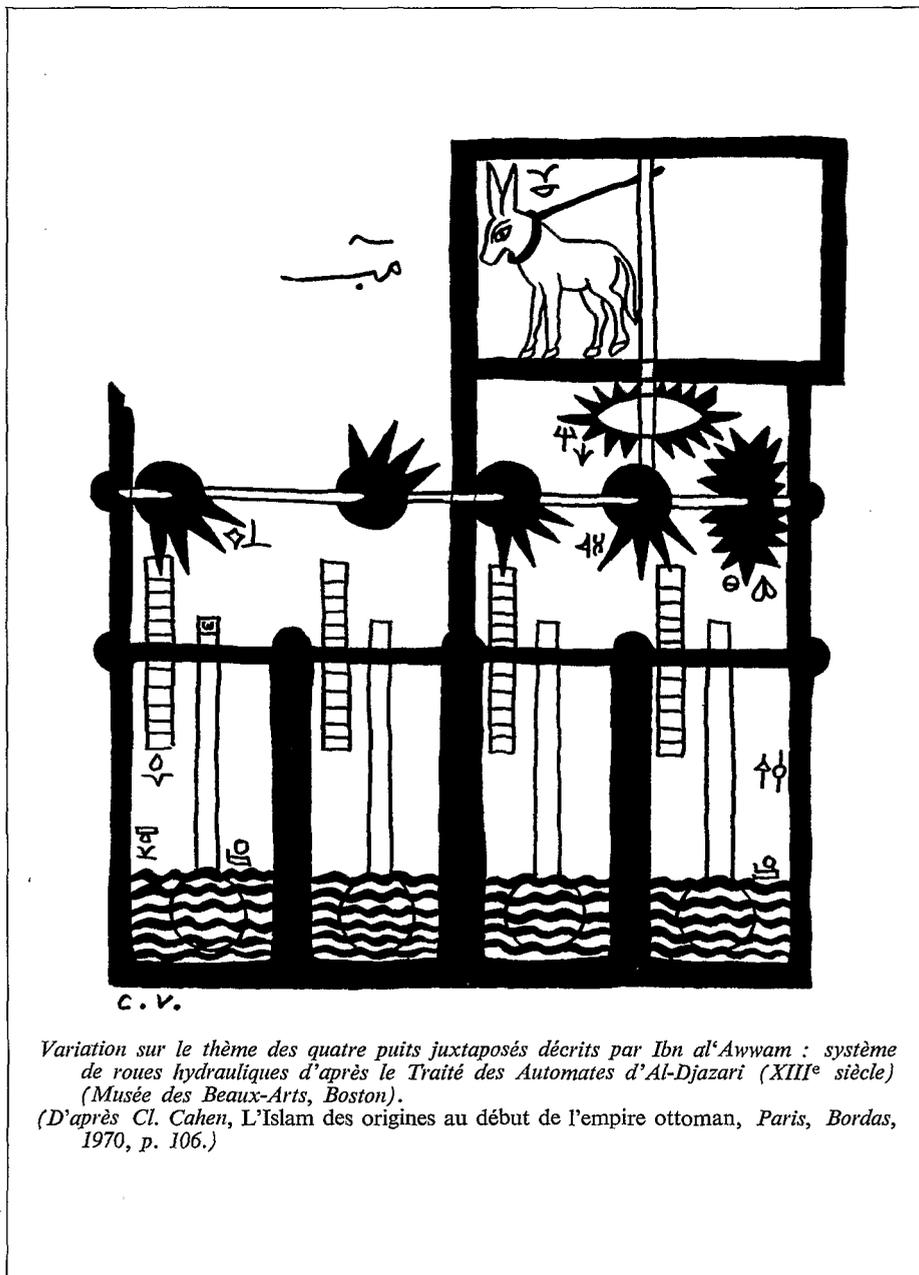
(31) Pline, XXXI, 21, p. 173 (Pancoucke, livre non édité aux Belles-Lettres).

(32) Vindonius Anatolius de Berytos, ou Beyrouth, également appelé Antolius, vivait à la fin du IV^e-début V^e siècle ap. J.-C. Écrivit en grec un traité d'agriculture en 12 livres, connu des Arabes par une traduction en syriaque; il draine les recettes techniques et les mythologies orientales d'une époque mal connue. Les Byzantins du VI^e siècle puis du X^e siècle, l'utilisèrent aussi.

(33) Wafid, ch. 2, p. 302. *e*Awwam, I, 3, p. 131. Peut-être Philon de Byzance. V. Carra de Vaux, « Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Byzance », in *Notices et extraits des manuscrits de la B.N.*, t. 38, 1^{re} partie, Paris, 1903, pp. 218-227 et glossaire.

(34) Wafid, p. 302. Selon Millas-Vallicrosa, *Al-Andalous*, 1943, p. 302, serait l'auteur ou le traducteur d'un « De pluviis, imbibus, et ventis, et de aeris mutatione » dont le texte latin fut édité à Venise en 1507.

(35) Géop., X, 84, p. 775 (t. 2).



C. V.
 Variation sur le thème des quatre puits juxtaposés décrits par Ibn al'Awam : système de roues hydrauliques d'après le *Traité des Automates* d'Al-Djazari (XIII^e siècle) (Musée des Beaux-Arts, Boston).
 (D'après Cl. Cahen, *L'Islam des origines au début de l'empire ottoman*, Paris, Bordas, 1970, p. 106.)

que l'on trouve dans *Kitab al-Hawi* irakien par exemple (36), le genre est différent, la préoccupation agronomique prévaut constamment sur les considérations de physique hydraulique. Les termes, très classiques, n'ont pas la richesse que nous avons décelée pour les sols (37); mais leur emploi dénote une parfaite continuité avec le passé local et l'agriculture orientale. Deux expressions dominent : *saki*, *sakia* pour désigner toute idée d'irrigation ou d'arrosage, aussi bien que le substrat matériel, essentiellement rigoles et canaux (38), et *saniya*, roue hydraulique à manège; autre appareil, le puits, *bi'r*, et la *na'ura* (39) qui sert à élever l'eau de puits grâce à des godets (*kadus*, pl. *kawadis*). Ce dernier terme sert également à désigner les canaux d'irrigation puisque A. Khayr y plante le pistachier (40); comme le *kadus*, le terme signifiant citerne (*sahridj*) désigne également les rigoles, et toutes pièces d'eau servant à l'irrigation. A. Khayr y pratique les boutures d'ormes (41).

Le vocabulaire non spécialisé, non technologique, supplée évidemment à l'emploi passe-partout de termes généraux, pour le rendre plus précis : humecter légèrement, imbiber, tremper, etc., donc une précision des modalités d'irrigation plus que de l'équipement lui-même, non redéfini complètement, mais perfectionné comme nous le verrons.

Le puits

Le puits (*bi'r*) est l'objet des plus minutieuses descriptions (42), il ne donne pas la meilleure eau car elle peut être boueuse (43). Les puits utilisent les nappes d'eau souterraines (44) et ils peuvent prendre deux formes :

- les puits *arabes*, ronds au fond mais à margelle ovale,
- les puits *persans*, oblongs à la base aussi bien qu'à la surface.

C'est la consistance du terrain qui détermine la forme et le volume du puits. En sol dur, sûr, il peut être plus large (d'après l'Agriculture Nabatéenne) (45). Ibn 'Abdun (46) nous renseigne sur leur revêtement en briques dont la cuisson, hors des murs de la ville, doit être surveillée par le *muhtasib* et les chefs de la corporation des maçons.

L'appareil de puisage (selon A. Khayr) doit être à la mesure du puits et on doit compter avec la place du mur, de la margelle, de telle sorte que l'orifice soit encore suffisant :

« Si la profondeur du puits est de 5 *kamah* (brasses) ou environ, l'ouverture devra être de 16 empanns, afin que la circonférence du mur prenant 2 coudées environ, il reste encore environ 9 empanns d'ouverture. »

Ces dimensions sont celles d'un puits importants (47), à savoir 2 079 m de diamètre pour l'ouverture du puits. La muraille du puits (*matwi*) semble être en pierre ou en brique.

L'impression générale est celle d'un grand développement des appareils de puisage. Parmi les aménagements de détail prime l'accroissement de la quantité d'eau disponible.

(36) Cf. Cl. Cahen, « Le service de l'irrigation en Iraq au début du XI^e siècle », in *Bulletin d'Études Orientales*, t. XIII, Damas 1951, pp. 117-141.

(37) Autre chapitre de notre thèse sur l'Agro-nomie hispano-arabe au Moyen Âge (Sorbonne, 1972).

(38) Nous rejoignons sur ce point Dozy-de Goege, *Glossaire à Idrisi*, op. cit., p. 322.

(39) Cf. sur l'historique de la noria en Occident, G. S. Colin, « La noria marocaine et les machines hydrauliques dans le monde arabe », *Hespéris*, t. XIV, 1932, et « L'origine des norias de Fès », *Hespéris*, 1933-34.

(40) A. Khayr, f^o 90, r^o, l. 12.

(41) *Ibid.*, v^o, l. 10.

(42) Cf. Idrisi, trad. Dory-de Goege, Leyde, Brill, 1866, p. 244 : « Les habitants de Malaga boivent de l'eau de puits; cette eau est presque à fleur de terre, abondante et douce »; cf. 'Awwam, I, 3, pp. 124 sq.; Bassal, I, pp. 356 sq.

(43) Le point de vue se maintient au XVI^e siècle (Herrera, III, pp. 3 sq. du t. II (éd. 1818) mais est infirmé au XIX^e siècle; cf. Arias (D. Antonio Sandalio de) in *Adición à Herrera*, t. II, p. 14 : les agriculteurs catalans et valenciens achètent

à bon prix l'eau des cloaques et des égouts qu'ils préfèrent à celle des norias.

(44) 'Awwam, I, 3, pp. 124 sq. Cf. Plinie, XXXI, ch. 22, p. 175 du t. 18 (Panckoucke) (de *vitiis aquarum*); XXXI, ch. 26, p. 181 (comment on trouve l'eau). Cf. Columelle, I, 5, p. 61. Bassal, I, p. 356.

(45) 'Awwam, I, 3, p. 124.

(46) 'Abdun, p. 76 (XII^e s.). Auteur sévillan d'un *Traité de Hisba* (administration des biens matériels et des mœurs).

(47) Selon Sauvaire, « Mesures de longueur », J. A., nov.-déc. 1886, p. 514.

(48) 'Awwam, t. 1, ch. 3, art. 2, p. 116.

(49) *Ibid.*, p. 116.

(50) H. Goblot, « Dans l'ancien Iran, les techniques de l'eau et la grande histoire », *Annales ESC*, mai-juin 1963. Consulter aussi F. Bémont, « L'irrigation en Iran », in *Annales Géographiques*, 1961, pp. 597-620.

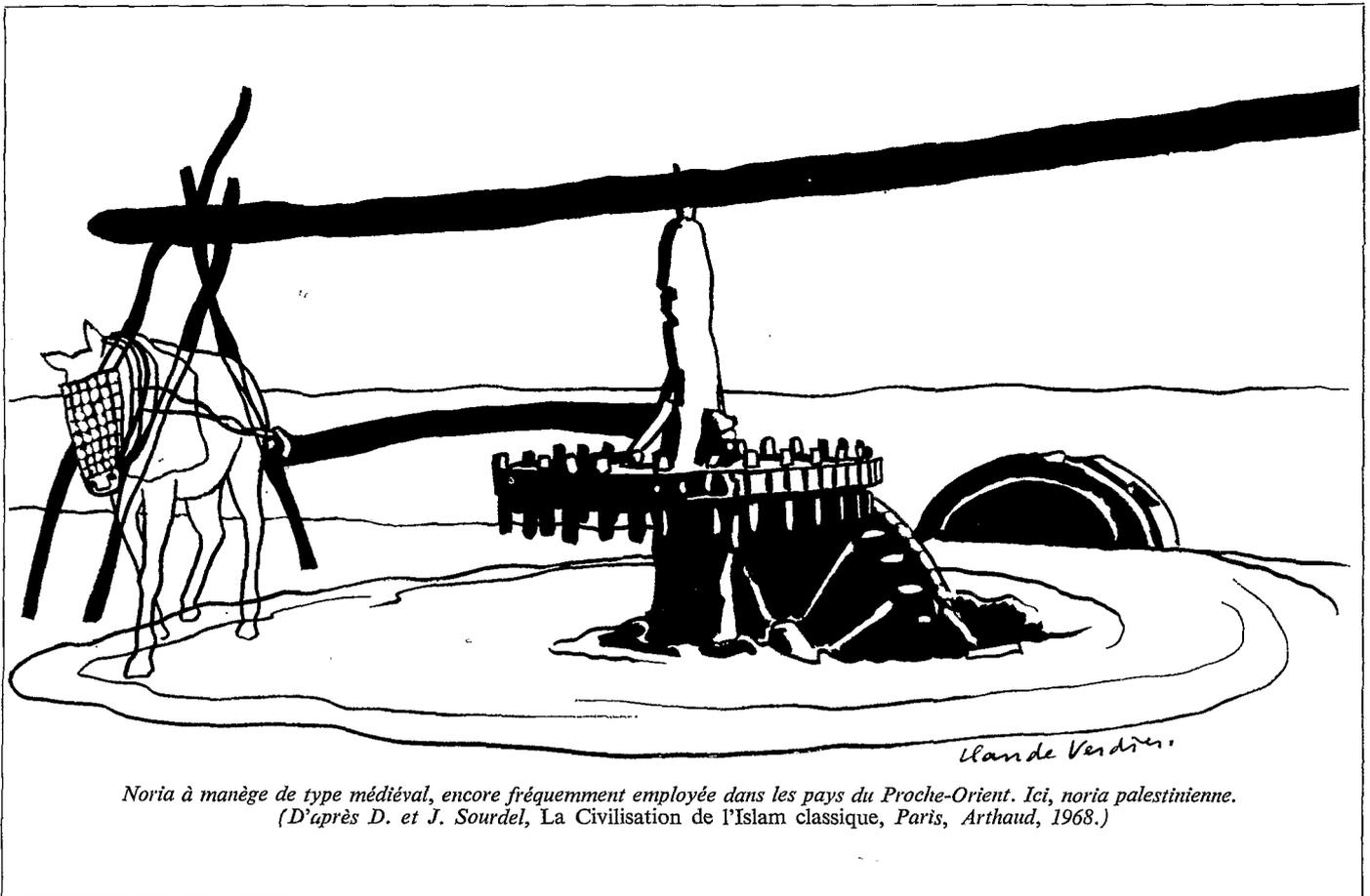
(51) 'Awwam, t. 1, ch. 3, art. 2, pp. 126-127.

(52) *Ibid.*, p. 127.

(53) Selon Sauvaire, « Longueurs », J. A., 1886, p. 514; une palme = environ 23 cm.

(54) 'Awwam, I, ch. 3, art. 2, p. 129.

(55) *Ibid.*, p. 129.



Noria à manège de type médiéval, encore fréquemment employée dans les pays du Proche-Orient. Ici, noria palestinienne. (D'après D. et J. Sourdel, La Civilisation de l'Islam classique, Paris, Arthaud, 1968.)

Pour obtenir un puits qui contienne plus d'eau, « il faut en creuser un second à côté, mais non contigu avec le premier, jusqu'à ce qu'on atteigne la veine de l'eau. Ce second puits devra être moins profond que le premier, d'une coudée et demie environ; on en creusera ensuite un troisième qui descendra au-dessous de la source, d'une coudée plus bas que le second; vous complétez de cette façon (une série de) quatre puits de manière que le premier soit plus profond que tous les autres. On pratique ensuite dans le fond de ces quatre puits un trou (qui les mette en communication) avec le premier, afin que l'eau fournie par tous se réunisse dans le premier, en augmente le volume et le double » (48) (illustration page ci-contre).

La veine d'eau donnera plus et plus facilement dans un gravier ou un sable (Ibn Bassal) (49). Dans un sol gras, l'eau ne viendra que par suintement. Si on veut approfondir le puits, il faut opérer les travaux au moment où les sources souterraines sont au plus bas, c'est-à-dire en septembre-octobre.

Cette série de puits « qui projettent à l'extérieur le tracé de la mine d'eau souterraine » (50) est en fait l'ébauche d'un kanat, ou du moins l'utilisation sur un faible territoire des galeries drainantes orientales. Selon H. Goblot, elle suppose connue la technique des mines, ce qui paraît probable; elle est pour l'Espagne musulmane l'importation à petite échelle d'un type d'irrigation qui, en Orient, connaissait un immense développement.

Pour faire rendre plus d'eau à la source qui alimente le puits, on peut jeter sur la source une poignée de sel mélangé à du sable pris dans un ruisseau d'eau courante

« la nuit quand brillent la lune et les étoiles », à raison de sept poignées par jour. Le procédé conseillé par le très rationnel Ibn Bassal reste empreint de superstition astrale et pythagoricienne.

Le puits, selon Ibn Bassal, doit être surélevé relativement au jardin ou au potager (51), et situé près des lieux d'accès. Il s'agit d'une agriculture de jardins, individuelle, non loin des bourgs et des gros villages. Le paysan qui veut ouvrir un puits doit examiner les puits des alentours (52). Les zones de colonisation se situent aux franges de l'espace occupé.

Il arrive que la source proprement dite soit couverte d'une couche de terre formant obstacle. Il faut continuer à creuser jusqu'à la source-même, en général dans les graviers. Si on trouve au fond une couche de terre dite *al-mutabal* (Banqueri traduit par *apanderada*) jaune ou blanchâtre, elle ne donnera point d'eau. On peut supprimer une couche dure, interposée entre la source et l'air libre par un feu ailumé sur la couche dure qui la brise sous l'effet de la chaleur et de la fumée.

Il existe des puits voûtés, ellipsoïdaux (la voûte a environ 20 palmes de long et 12 palmes de large, soit 4,60 m sur 2,76 m). Les voûtes les plus petites sont, selon A. Khayr, celles qui ont 12 palmes de long et 5 ½ de large (53), soit 2,76 m sur 1,16 m.

La *noria* (na'ura), quelquefois désignée par le terme plus général de *sanya*, est la machine classique à puiser l'eau en Espagne comme dans le reste du monde islamique. Pour une faible élévation d'eau, l'instrument employé était soit le tambour à vis d'Archimède (ainsi dans les mines), soit l'élévateur à balancier, nommé *chadouf*

en Égypte, cigogne ailleurs. Nos auteurs n'en parlent pas. Par contre, la *noria* est installée partout. Il s'agit de la *noria à manège* (v. illustration ci-dessus), comprenant un engrenage de deux roues, la petite donnant le mouvement à la grande. Ce type de machine à puiser ne doit pas être confondu avec la grande roue à jantes creuses, actionnée par le courant du fleuve. La *noria à manège*, d'un usage fréquent au Moyen Âge comme aujourd'hui dans les pays du Proche-Orient, comprend un appareil à godets fixé sur une chaîne sans fin et actionné par un animal qui fait tourner la roue horizontale. La *noria* que décrit A. Khayr est en bois (olivier ou micocoulier), pourvue de 5 godets par brassée (*kamah*) de corde, soit 5 godets pour 1,84 m de corde environ. Il n'en décrit pas l'ensemble mais préconise un certain nombre d'améliorations.

Un problème se pose surtout : celui qui consiste à alléger le mouvement. Or, c'est l'accroissement des dimensions et non le contraire qui allège la traction. Ajouter des dents à la petite roue, augmenter le diamètre de la grande, allonger l'axe (ou arbre de couche) jusqu'à même 30 schabres (= 6,93 m) « et la machine fonctionnera avec plus de légèreté et plus d'aisance » (55). Si l'axe, dans la portion qui est au-dessus du trou dont il est percé reçoit une pièce de bois perpendiculaire, le mouvement en sera allégé.

« Un autre moyen d'allègement, c'est que la roue qui supporte les godets soit en bois très dur très pesant et qu'on lui donne plus d'épaisseur et de poids qu'on ne le fait habituellement » (56).

Pour équilibrer les godets et les empêcher de buter contre le mur, ou les uns contre les autres, ils doivent être troués dans leur fond.

Notons une fois de plus le caractère didactique de la description. Les auteurs ne relèvent que les moyens requis pour améliorer le fonctionnement de la *noria*, à savoir alléger le mouvement et empêcher les bris des godets qui semblaient fréquents, en particulier contre la rampe. La *noria* espagnole ici décrite ne ressemble pas à la *noria* berbère décrite par G. S. Colin (57), laquelle est en fait un treuil de puits au moyen duquel un bœuf tire une énorme outre. Nous n'en avons trouvé aucune description dans nos textes. Pas plus que d'amenées d'eau sur aqueducs pour irrigation des champs de type tunisien (58).

Le système des quatre puits a le mérite de multiplier la quantité d'eau captée, de récupérer les eaux des couches profondes, de limiter au minimum l'évaporation (forte dans le cas des citernes), il suppose évidemment un dispositif stratigraphique qui le permette et des eaux d'infiltration.

En résumé, un important accroissement du nombre de puits, une plus judicieuse utilisation des nappes phréatiques par juxtaposition de puits de profondeur différentes et une rationalisation du fonctionnement de la roue hydraulique (59).

Les citernes ne sont donc qu'un pisaller, moyen économique de garder l'eau de pluie. Mais étant stagnante, elle s'y corrompt. Pour Columelle c'était néanmoins, après l'eau de pluie, la meilleure manière d'avoir de l'eau douce « surtout si les eaux sont conduites dans la citerne bien couverte par des tuyaux de terre cuite » (60). Pour éviter la corruption, le Calendrier de Cordoue recommande de remplir les citernes en décembre et en janvier (61). Les agronomes utilisent l'eau de citerne en insistant pour qu'une répartition régulière dans les rigoles évite la putréfaction (62).

Du puits, quelquefois du bassin princeps où se recueille l'eau du puits, de la citerne, ou de la source dans le meilleur des cas, l'eau alimente les canaux. L'important est une bonne distribution dans les canaux et l'organisation des parcelles, une fois assurée la quantité d'eau minimum nécessaire.

Les rigoles et bassins irrigués

Suivant les quantités à administrer, on irriguera de trois manières différentes (63) :

1° par submersion, l'eau couvrant le sol jusqu'à absorption,

2° en laissant circuler l'eau au pied des arbres ou au milieu des semis,

3° en la donnant à la plante à l'aide d'un arrosoir ou d'un autre instrument.

Le premier point seul offre matière à d'amples développements théoriques. En effet, casiers relevés et rigoles favorisent cette distribution de l'eau et la *détermination de la pente* de l'espace irrigué en est la partie la plus difficile (64). Car, de la pente dépend la juste infiltration des eaux avant saturation du sol et ruissellement indispensable des eaux excédentaires, lesquelles pourront alors irriguer la plaine.

L'état du sol doit être tel que le ruissellement ne soit pas prématuré, auquel cas l'eau coulerait avant une suffisante irrigation du casier.

L'irrigation par submersion suppose un sol égalisé, parfaitement plan pour que l'eau court également partout, le long des rigoles. Ibn Bassal (65) préconise de « corriger le sol », au besoin en allant chercher la terre plus haut; il faut « la mettre en bas jusqu'à ce que la surface soit égale et que l'eau y court également. Et que tout l'endroit prélève son dû de cette eau ».

Le terme employé, *uzan*, répond à l'expression latine *librare terram, aquam* (66); prendre le niveau de la terre consiste à l'égaliser, à l'aide de l'instrument appelé *al-ma'rifal*. L'instrument, dit A. Khayr, est couramment employé. En effet, l'eau doit arriver partout et ne séjourner nulle part, d'où la nécessité d'une faible pente.

L'instrument est très simple, il comprend un support (planchette et bâton) et un fil à plomb. Il répond à la description de la « nivelette ». Les bâtons étant rigoureusement de même longueur, on les promènera le long de la surface à niveler en portant la terre là où une dépression se révèle. Ceci dit, une *légère pente doit être maintenue*, pour drainer la surface. Des rigoles spéciales (67) sont aménagées à cette fin.

« Le moins qu'on puisse donner de pente, c'est 12 doigts par 100 coudées (68). C'est la mesure indiquée par Philon dans son livre sur la Direction des eaux » (69).

Une pente trop forte pour les rigoles de colature entraînerait un ravinement qui détruirait l'équilibre de l'ensemble.

La méthode décrite *n'est pas l'irrigation en nappes* (ou par déversement). Or, on sait que l'irrigation en nappes se pratiquait dans l'Est, dans les *huertas* valenciennes et murciennes (70). Les agronomes que nous avons consultés ne décrivent que ce qu'ils ont sous les yeux ou ce qu'ils ont connu (71). Leur insistance à obtenir une égalisation des bassins implique *l'irrigation par submersion*, la seule qui suppose l'égalité de tous les points inondés. Toutes les autres méthodes (par ados, par plans inclinés, par razes) supposent une plus forte pente qui n'existe pas dans nos textes. L'eau submerge les compartiments pendant 2 ou 3 heures. Après quoi on la fait passer ailleurs ou on la dérive vers les rigoles de colature.

Autre instrument, l'*astrolabe*, auquel les Andalous donnent le même nom qu'à l'instrument classique utilisé en navigation pour mesurer la hauteur des astres au-dessus de l'horizon. Le principe de son utilisation est simple mais l'application en reste livrée à l'adresse et à la minutie de l'exécutant. Entre l'ouverture du réservoir ou du puits où l'on pose une planche à niveau percée d'une mire et le point à niveler, également surmonté d'une planche percée d'une mire, on trace des cercles de couleurs différentes (d'où le nom d'*astrolabe*), visibles à ras de terre d'une manière ou d'une autre. En appliquant la joue à terre, l'homme qui nivelle appréciera à travers les deux mires la surface des différents cercles. La bonne hauteur étant celle

(57) G. S. Colin, « La noria marocaine et les machines hydrauliques dans le monde arabe », *Hespéris*, t. XIV, 1932.

(58) Cf. M. Solignac, « Recherches sur les installations hydrauliques de Kairouan et des steppes tunisiennes du VIII^e au XI^e siècle », *Annales de l'Institut d'Études Orientales*, t. X, 1952.

(59) On trouve dans le traité d'Ibn 'Abdun, p. 103, une précision sur la roue hydraulique (*sanya*), à propos de la partie qui devait plus qu'une autre s'user : « Il faut mettre des coins dans la plupart des logements des fuseaux du tambour moteur de la roue hydraulique, ce qui consolidera l'appareil. »

(60) Columelle, I, V, p. 63. Les Anciens divergeaient sur ce point. Plinius refusait toute utilité, étant stagnante, elle est corrompue : livre XXXI.

(61) *Calendrier de Cordoue*, éd. Pellat, p. 184.

(62) Fray Gabriel Alonso de Herrera, *Libro de Agricultura*, Alcalá de Henares, 1539, Madrid, 1645. *Agricultura General*, corrigée suivant le texte de la 1^{re} éd. (1513), Madrid, 1918, III, 2, p. 3 sq., attribue le maximum d'efficacité à l'eau proche de la surface pouvant être purifiée par le soleil et l'air. La terminologie aristotélicienne est encore perceptible au XVI^e siècle.

(63) 'Awwam, t. 1, ch. III.

(64) Cf. Wafid, s'inspire pour la fixer de Philon ou Philémon (Feylon).

(65) Ibn Bassal, ch. IV, p. 367.

(66) Cf. Plinius, XXXI, 31, p. 193 (comment on conduit l'eau).

(67) Ce sont les *rigoles de colature* qui, dans nos textes, ne portent pas de nom spécial (*sakiya*).

(68) 0,231 m pour 46,20 m (d'après la coudée égyptienne), soit une pente de 0,4 %; aujourd'hui on préconise de ne pas dépasser des pentes de 0,2 à 0,5 %.

(69) 'Awwam, I, ch. 3, art. 3, p. 131; id. dans Ibn Wafid.

(70) Cf. J. Vila-Valenti, « L'irrigation par nappes fluviales dans le Sud-Est espagnol », *Méditerranée* (2), pp. 19-32.

(71) La méthode par nappes suppose de plus grands aménagements, un investissement plus coûteux. Par ailleurs, la submersion convient, à peu de frais, aux régions planes, comme celles des plaines alluviales ou littorales de l'Andalousie du sud.

(72) 'Awwam, t. 1, ch. 3, art. 3, p. 132.

qui est établie entre les deux mires, on ajuste celle des autres cercles, ajoutant ou retranchant de la terre.

« Quand ce résultat est obtenu... on opère de cette façon en face et sur les côtés, à droite et à gauche, sur une distance égale à la première... » (73).

Travail de paysan s'il en fût, ce nivellement est voué à l'appréciation tout empirique de celui qui l'exerce, ainsi que le nivellement à l'aide de pitons (73) (*razzah*), troués à hauteur voulue, servant de repère pour la mire. Également plus adaptée aux ressources locales et à l'empirisme évident de la méthode, celle des tuiles creuses (*kirmidatan*) où deux tuiles ajustées l'une à l'autre en un petit canal aux deux bouts de la surface à niveler servaient de mires.

L'égalisation du terrain est le préambule à l'ouverture des rigoles (*sawaki*) par lesquelles se dessinent les *casters* ou *bassins* (*haoud*). Cette méthode d'irrigation par submersion suppose un examen précis des capacités de la terre à absorber l'eau. La quantité donnée doit être minutieusement calculée, ainsi que la *surface des bassins*. Les indications médiévales rejoignent les principes encore valables au ^{xx}e siècle pour les régions subarides de la Méditerranée. Elle est appliquée en particulier pour la culture du *riz* dont on sait qu'elle fut introduite en Espagne par les Arabes. On la retrouve également aujourd'hui dans les plantations d'orangers de la Ribera del Jucar (74) et l'organisation, le dessin des parcelles, n'offrent pas de différences fondamentales avec celles que l'on trouve aujourd'hui.

« Quand le sol a été bien nivelé et le terrain bien égalisé, on fait ses divisions et l'on ouvre les canaux ou rigoles (dans les conditions) connus. Il y aura entre les rigoles un intervalle (concordant) avec la meilleure dimension pour la longueur des carreaux; on aura soin que ces rigoles soient un peu inférieures au niveau des carreaux dont la surface devra être très unie... sinon l'eau entraînerait les semences et les engrais... Suivant Ibn el-Fazel, les carreaux doivent avoir 12 coudées de long sur 4 de large. Ce sont des carreaux de cette dimension qui seront toujours cités dans cet ouvrage, Dieu aidant » (75).

Les carreaux ont donc 2,772 m sur 0,924 m, si c'est bien la coudée égyptienne qui est utilisée.

Un soin tout spécial doit être apporté à l'entretien des canaux dans le cas de vergers produisant pour la vente (76); il faudra parfaitement égaliser la terre autour des *figuiers*, planter aussi autour des citernes (*sahridj*). L'eau des canaux (*sawaki*) passera sous les niveaux plantés (donc bassins surhaussés); lorsque les plantes auront atteint la taille d'un homme, on les ôtera de là pour les vendre ou pour les repiquer ailleurs dans les bassins (*haoud*), où il faudra les arroser jusqu'à ce qu'ils soient prêts à la vente.

Abu-l-Khayr utilise pour le cumin une irrigation à niveau (77) comme si le bassin se présentait alors en nappe d'épandage ainsi qu'au Levant.

Aucune mention n'est faite d'un entretien des *seguias*, mais elles semblent avoir été maçonnées d'argile (78). Il importe en outre que l'eau soit assez propre pour ne pas les obstruer (79).

La base de cette irrigation horticole reste le puits avec l'appareil de puisage qui est la *noria*, déversant l'eau soit directement dans une rigole principale qui se divisera ensuite, soit dans un bassin qui servira de repère pour le nivellement des carreaux. Il n'est question ni de canaux de grande irrigation ni d'autre machine élévatrice que la *noria* à godets et le Moyen Âge a ignoré les barrages-réservoirs (80).

Certes, étant donné le caractère didactique des traités, on conçoit que l'agronome n'ait pas évoqué les problèmes relatifs aux grandes canalisations. Néanmoins, l'insistance avec laquelle la supériorité de l'eau proche est affirmée permet de qualifier cette agriculture de traditionnelle, en ce sens que l'équilibre (écologique) entre l'eau, la plante et le sol est constamment ressenti comme une garantie de réussite.

Quant aux *matériaux*, ils sont très simples. Le bois utilisé est le micocoulier (*mis*) (81) en particulier pour les instruments d'arrosage, tandis que l'argile sert à la fabrication des godets et aux opérations de maçonnerie. Pas de trace dans nos textes de l'utilisation de plomb ou de bronze, à la manière romaine (82), ce qui tendrait à confirmer la thèse selon laquelle les Musulmans auraient utilisé le dispositif en place, le développant considérablement pour desservir la ville et les salles d'ablutions, tandis qu'à la campagne, dans les jardins et potagers proches des villes, le nombre de puits et la répétition des opérations d'irrigation plutôt que les canaux d'amenée lointaine auraient représenté le progrès. Car il est indéniable que cette irrigation, effectuée avec des moyens techniques qui ne dépassent pas le puits comme source d'eau, la *noria* comme machine élévatrice, la rigole comme moyen de distribution, se situe sur un plan d'extrême méticulosité quant à la mise en pratique. Plus la technique est simple, plus l'observation et la minutie de l'application doivent être de qualité pour une rentabilité accrue.

Cette nécessité apparaît mieux si on aborde les connaissances théoriques mises au service de cette irrigation.

CARACTÈRES AGRONOMIQUES DE L'IRRIGATION

L'irrigation présente un caractère essentiellement jardinier

Columelle déjà, s'insurgeant contre l'expansion des *latifundia* à laquelle il assistait, décrivait comme un idéal le champ cultivé en jardin, produisant des récoltes variées (83). L'important était avant tout de pouvoir accomplir seul tous les travaux, gage de la qualité du travail. Le danger ne lui paraissait pas être d'ordre économique (lui-même insistait sur la nécessité d'une bonne coordination entre production et vente) mais d'ordre technique, il ne prêchait pas contre les dangers de la monoculture mais pour la valeur du faire-valoir direct.

Avec l'éclatement des Empires, Rome, Bagdad, Cordoue, le rétrécissement des



(73) *Ibid.*, p. 33.

(74) Cf. J. Brunhes, *op. cit.*, p. 61.

(75) *Awam*, t. 1, pp. 130 sq.

(76) A. Khayr, f° 115 v°, l. 10.

(77) *Ibid.*, f° 143 v°.

(78) *Awam*, ch. 3.

(79) Suivant qu'elles sont maçonnées ou non, la vitesse de circulation des eaux et la quantité d'eau utilisable varient considérablement. Cf. J. Brunhes, *op. cit.*, p. 304, note 3. Les colons français du Sud algérien se contentaient parfois de faire maçonner les *seguias*, doublant la quantité d'eau utilisable et multipliant par 30 la vitesse d'écoulement (Oasis d'Oumache au sud de Biskra).

(80) Il n'est question ni de seau à bascule (*rezzaz*) avec outre ni de seau à corde (*khattara* du Mزاب) avec poulie ni de béliet hydraulique avec chute d'eau à élever au-dessus du niveau amont.

Les premiers barrages-réservoirs espagnols datent du ^{xvi}e siècle (Rio Monegre, Vinalagó sous Philippe II...) et les plus importants datent des ^{xviii}e et ^{xix}e siècles. Cf. Brunhes, *op. cit.*, p. 445. Même dans les régions d'irrigation fluviale, le puits reste un appoint non négligeable.

(81) A. Khayr, 89 v°, l. 16. Le même bois était employé pour la construction des charpentes de maisons, tandis que pour les *arbres* on utilisait le bois d'ifs, d'arbousiers ou d'ormeaux. Id. 90 r°, l. 17 et v° l. 1 : à propos du micocoulier (*mis*) : Son bois convient à la fabrication du matériel d'arrosage, des moulins et des charpentes de maisons.

(82) In Singer-Holmyard... Forbes, *op. cit.*, II, p. 665.

(83) V. Columelle, *livre X, Belles-Lettres*, introd. par Lasserre, 1969 (seul livre éd. aux Belles-Lettres en 1972).

aires de production (que n'accompagna pas celui des échanges) permet une intensification des méthodes culturales, l'agriculture n'étant plus de prélèvement de type colonial mais de subsistances ou de profit local (à l'échelle de chaque royaume), l'agriculture s'intensifie avec les Reyes de Taifas et le vœu de Columelle se réalise sur sa terre natale dix siècles plus tard. Le régime foncier évoluant vers une sorte de métayage plus nette après l'éclatement du khalifat de Cordoue, explique une stimulation à la production et l'intensification des méthodes culturales. Les cultures de plein champ sont aussi l'objet d'un soin vigilant, mais nous avons vu que l'oléiculture et la céréaliculture appartiennent à l'agriculture *de secano*. De là l'impression fortement horticole de l'irrigation décrite, plus accentuée chez nos auteurs que dans la littérature latine, le rôle de l'agriculture ayant changé dans l'ensemble des deux économies.

Eau douce et eau saumâtre ou salée

Le goût de l'eau sera donné grâce à l'expérience, enseignée par Ibn Wahšiyya, de la pelote de cuivre, de plomb ou de terre. Si elle est de terre, on doit la consolider grâce à de la poix ou de la cire et elle doit pouvoir absorber 10 litres d'eau. Cette pelote sera remplie de laine douce qui absorbera l'eau. On goûtera cette eau pour apprécier son degré de salure ou d'amertume qui semble avoir été souvent assez élevé. Il faut que la laine ne reçoive l'eau que d'en bas. Si l'eau est abondante dans la pelote, la nappe phréatique est proche. On pourra creuser. Il importe pour l'irrigation que cette eau soit douce et non salée ni amère.

Cette expérience dite de la pelote de laine, attribuée à Ibn Wahšiyya, se retrouve décrite dans les mêmes termes dans un traité d'agriculture persan du XVI^e siècle (84) et un peu transformée dans Herrera (85). Le principe est le même et la continuité absolue, en Orient comme en Occident. L'eau pure est la meilleure, certes, et

« suivant Abu'l Khayr, quand on veut planter des jardins ou des vergers, il faut choisir les terrains des meilleures qualités dans les vallées arrosées de sources donnant les eaux les plus pures » (86).

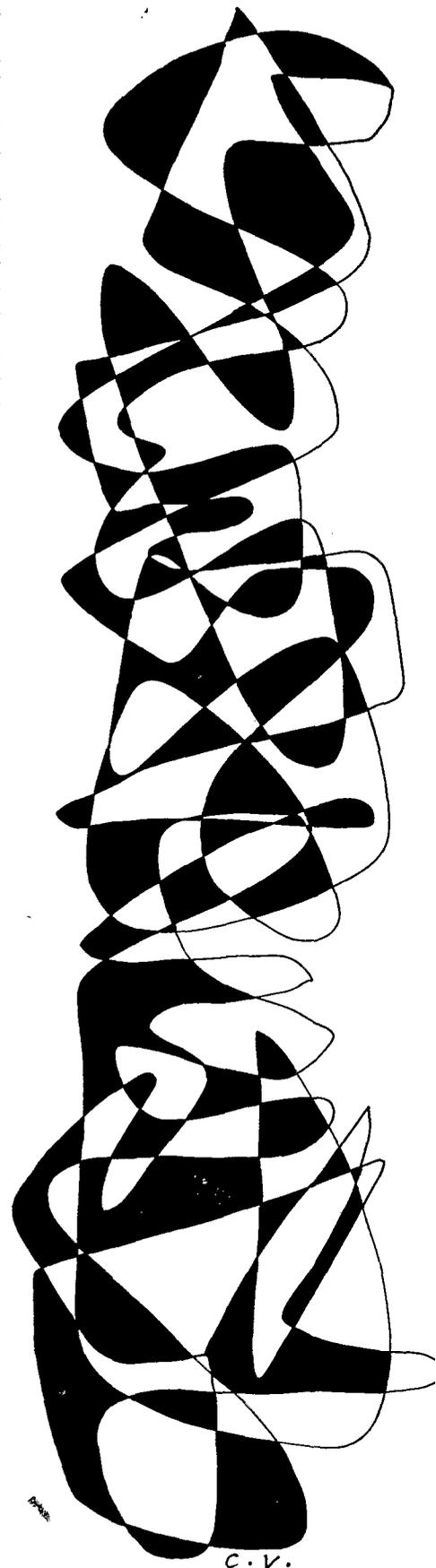
Cette préoccupation revient incessamment. Mais alors que dans la tradition gréco-latine classique (Théophraste, Pline) elle a surtout une résonance philosophique, « une eau saine ressemble exactement à l'air » (87), doublée de considérations mythologiques, le Moyen Age en retient l'essentiel et l'intègre. Pour un Espagnol, l'eau pure est avant tout celle qui n'est ni salée, ni saumâtre, ni amère. Une fois de plus l'idéologie subsiste parce qu'elle correspond à une vérité générale, elle véhicule un concept utile jusqu'au moment où, devenue rigide, elle succombe à un renouvellement des faits d'expérience. Par multiplication de l'expérience, les Andalous établissent que l'irrigation peut changer la nature d'un sol et particulièrement amender les sols saumâtres. Ce précepte

(84) Cf. Hazel Haravi, « *Ilm e zérae v. felahé* », rad. par Seyed-Yacoubi Ali-Asghar, Paris, 1968 (thèse de Sorbonne).

(85) Cf. Herrera, III, 2, t. III, p. 14 : il s'agit non plus de pelotes de laine mais de toiles de lin, trempées dans deux eaux, dont on juge ensuite la qualité (par le toucher et le goût).

(86) *Awam*, I, ch. IV, p. 136. Cf. Khayr, 77 v^o, I, 11-12 (*alma' al-safi*).

(87) Pline, XXXI, 22, p. 177. La plus parfaite est d'ailleurs celle de Chabura en Mésopotamie parce que Junon s'y baigna.



s'inspire de l'Agriculture Nabatéenne. Alors que toute terre viciée peut être récupérée par amendements vrais, seule l'eau peut sauver

« les terres de saveur âcre, de mauvaise odeur, qui ne peuvent être bonifiées qu'au moyen d'arrosements très abondants, en faisant séjourner l'eau à la surface du sol, et en répétant ce procédé pendant plusieurs années de suite » (88).

N'oublions pas que l'auteur a retenu des Anciens et des contemporains, ce qui convient à son pays. Cet avis préliminaire d'Ibn al 'Awwam se vérifie, l'Espagne étant aussi une terre à sols saumâtres. Les dangers d'une irrigation mal dosée sont plus graves que ceux de la sécheresse. Cette réalité agronomique capitale (89), prouvée et utilisée expérimentalement par les colons algériens de l'Oranie au début du xx^e siècle, est un des principaux problèmes des agronomes espagnols. Non équilibrée par un drainage approprié, l'irrigation peut provoquer la salinisation de sols non salins auparavant. A chaque sol, à chaque plante, à chaque moment de la saison agricole, une quantité d'eau différente (90), sans quoi l'irrigation peut ne pas être rentable.

L'irrigation est considérée comme un régulateur de température au sol

En hiver toujours supérieure à 0°, l'eau chauffe le sol, en été elle le rafraîchit (91). L'irrigation doit mettre les casiers « dans un état régulier de moiteur » (92), elle permet de semer les plantes maraîchères en pleine chaleur (93) (comme les épinards, les choux), mais les espèces d'hiver doivent obligatoirement être arrosées à l'aide d'eaux courantes ou d'eaux de fontaines, à l'exclusion des eaux de puits trop froides. Si l'on ne peut pas faire autrement, l'adjonction d'engrais humain « réchauffera » l'eau de puits et pourra ainsi servir à irriguer les compartiments irrigués.

C'est la même vertu de l'eau d'irrigation que nous retrouverons, *en complément de la fumure* (94) : à propos du cumin, si on le sème sans irrigation, il importe de mettre peu de fumure et de semer dans un sol léger comme de la cendre; l'effet réchauffant de la fumure serait insupportable par les graines sans l'irrigation dont l'effet rafraîchissant paraît alors aussi important que l'humidité qu'elle dispense.

En termes aristotéliens, l'eau ne serait donc pas un élément simple, mais serait également le support d'une catégorie autre, le froid ou le chaud suivant la saison. Nous sommes là plus près d'Avicenne que d'Aristote.

Ce principe transmis à Ibn Wafid par Anatolius (95) arrive à Gabriel Alonso de Herrera (96) qui le cite textuellement sans que le vocabulaire n'ait plus rien de philosophique. Entre Ibn Wafid et l'agronome de la Renaissance la question de l'eau est certainement le lien le plus vrai.

La *stagnation de l'eau*, dit Abu-l-Khayr (97) est un des dangers qui menace la plante, car elle engendre un fumier putride

et la pourriture (*khmadj*). Quand le mal est accompli, le seul remède est de travailler le sol, le labourer, le retourner plusieurs fois jusqu'à ce que s'exhalent les mauvaises odeurs et que le soleil les recuise.

Plus de trace ici des croyances antiques exprimées par Pline (98) selon lesquelles « l'eau qui 7 fois corrompue a été 7 fois rétablie dans son état primitif est inaccessible désormais à la corruption ». Rien de semblable chez les Andalous, mais une vision ferme de l'impérative protection du sol contre l'engorgement par l'eau qui supprime la respiration des racines (99). C'est pourquoi la structure physique de la couche arable, sa capacité d'absorption sont fondamentaux à examiner avant de donner l'eau au champ; on sait aujourd'hui que la fertilisation par l'irrigation prend des formes variées. L'une des plus importantes est l'apport d'oxygène par l'eau (elle aère le sol, disent les Médiévaux). Cet oxygène brûle les matières organiques azotées et permet la vie des microbes aérobies qui transforment l'azote inerte du sol en azote nitrique assimilable par la plante.

L'irrigation complément indispensable de la fumure

L'eau d'irrigation peut être elle-même un fertilisant et c'est pourquoi, contrairement aux Antiques pour qui, sur le plan théorique, l'eau parfaite est pure comme l'air, les Médiévaux admettent sur le plan pratique comme sur le plan théorique l'enrichissement des sols irrigués par les matières limoneuses en suspension.

Pour certaines cultures, il est impossible de fumer le sol sans arrosage constant, ainsi les grenadiers que l'on doit fumer avec excréments de porcs (100), le poirier (101) avec excréments de poules ou poudrette : l'arrosage ne doit cesser que lorsque l'arbre reprend des forces. Il convient de ne pas dépasser la juste quantité d'eau, sans quoi l'arbre pourrit; arrosage constant ne signifie pas quantité d'eau illimitée.

Enfin les Andalous ont pleinement conscience de la combinaison intime de l'action de l'eau et de la fumure pour créer une structure de sol perméable (ce que les modernes appellent plus précisément la « capacité des terres pour l'eau ») et aérée; la notion de « sol franc » est présente : il s'agit de sols ni trop humides ni trop secs, laissant s'infiltrer l'eau d'irrigation lentement (3 h pour un bassin réussi) et gardant un aspect de vieux terreau. C'est pourquoi l'irrigation n'est rentable que grâce aux travaux superficiels. Le caractère intimement mêlé, conjugué, des différentes opérations culturales est un des aspects les plus intéressants de l'agronomie médiévale andalouse.

C'est la raison pour laquelle les données relatives à l'irrigation, exception faite des explications concernant les puits et l'organisation des parcelles, sont dispersées dans les traités d'agronomie et exprimées surtout en rapport avec les espèces cultivées. Cependant un cas se détache, celui des semis et transplantations, où l'irrigation est indispensable.

(88) 'Awwam, I, ch. 1, art. 3, p. 63.

(89) Cf. Rivière et Lecq, *op. cit.*, p. 101. Une irrigation mal dirigée peut stériliser un sol. Les graminées supportent un pour mille de sel marin. Cf. Manquené, *op. cit.*, pp. 117 sq. Les plantes ont un degré de résistance relative à la salure (p. 159). Certaines sont des agents d'amélioration du milieu, mais c'est l'eau dispensée qui est l'élément le plus délicat à fixer. En Algérie Orientale, la vigne, trop irriguée, avait succombé au sel. Dans une autre région identique, l'avoine avait été cultivée avec succès.

(90) 'Awwam, I, ch. 1, art. 3, p. 63.

(91) Les Médiévaux et, au xvi^e siècle Herrera, veulent éviter une eau tirée des couches profondes.

(92) 'Awwam, II, 150 (à propos du pourpier).

(93) *Ibid.*, 154 (l'arroche des jardins) et Khayr, f° 85, l. 8-9 : « on arrose (le figuier) au moment des grosses chaleurs ».

(94) A. Khayr, 143 v°, 140 v°, l. 10-12 : arrosage abondant (saky kthir) et fumure transforment une terre sablonneuse et faible en une terre grasse et bonne.

(95) Wafid, ch. LXXXVI (sur les concombres).

(96) G. Alonso Herrera, III, pp. 85-86.

(97) A. Khayr, 72 r°, l. 9.

(98) Pline, XXXI, ch. 21, t. 18, p. 175.

(99) Noter qu'alors, en sol lourd, cette eau si précieuse et si difficile à amener sur le champ ruisselle et se perd.

(100) A. Khayr, f° 83 r°, l. 3.

(101) *Ibid.*, l. 13-17.

Importance de l'irrigation pour les semis et transplantations

Tout ce qui se sème (102) a besoin d'eau et de beaucoup de soins. On peut semer en toutes saisons sauf l'été ou quand soufflent les vents froids du Nord. Trois étapes, où l'irrigation joue un rôle fondamental. Plus la plante est fragile dans le cycle biologique plus l'eau est nécessaire. On remarquera l'extraordinaire soin apporté à ces opérations. On dispose quelquefois au pied de l'arbre nouvellement transplanté (103) deux jarres d'argile neuves, remplies d'eau douce, elles s'égoutteront lentement pendant 2 mois jusqu'à ce qu'on soit sûr de l'enracinement. La même opération sur un arbre non transplanté permet quelquefois à l'arbre de fructifier l'année même (selon l'Agriculture Nabatéenne).

Les jours de grand vent (très fréquents) on se dispensera de semer ou de transplanter (104), l'évaporation trop forte neutralisant alors l'effet de l'irrigation.

Le marcottage (*taghtis* ou *takbis*) rend l'irrigation nécessaire pendant toute l'année (105). Abu-l-Khayr conseille d'arroser les marcottes tous les 15 jours en hiver, tous les 8 jours en été.

« On n'oublie point d'arroser toutes les fois que l'on voit le sol blanchir à sa surface » (106).

Les levées de terre bordant les rigoles sont d'ailleurs conçues pour les boutures, drageons et marcottes, à la manière décrite par Théophraste et les Latins. On enfonce la branche presque totalement, ne laissant qu'un doigt de hauteur à peu près.

L'irrigation, condition nécessaire de l'acclimatation des espèces montagnaises

Cette transplantation, intégrée aux autres, nous paraît particulièrement intéressante sur le plan historique. Toutes les espèces d'arbres, de fleurs (107) étant passées en revue, on est étonné du grand nombre d'arbres qui, aux XI^e et XII^e siècles, sont prélevés de la montagne pour être acclimatés en plaines ou dans la vallée.

Donnons quelques exemples : l'arboisier originaire de la montagne ne peut être transplanté qu'avec force arrosesments. On ne peut le propager ni par couchage, ni par branches éclatées, ni par bouture, mais en employant sa graine et en arrosant beaucoup. De même pour tout ce qui doit passer « de la montagne dans les jardins, le lentisque, le buis, le térébinthe, le myrte » (108). On est plus surpris quand il s'agit du poirier.

« Il faut avoir soin de donner de l'eau et du fumier au poirier, sans les lui trop épargner, parce que c'est un arbre des montagnes » (109).

Hadj de Grenade est le principal instigateur de cet enseignement. Il le prescrit tout particulièrement pour le châtaignier (110).

Kent V. Flannery (111) insiste sur les échanges entre les différentes zones d'altitude, fondamentaux pour l'histoire des transplantations. La domestication des

espèces ne s'est pas faite là où l'espèce poussait spontanément à l'état sauvage, mais sur les bordures steppiques où l'organisation de la distribution d'eau était inséparable par ailleurs de la survie de l'État. Aux conditions iraniennes et palestiniennes décrites par Flannery répondent étroitement les conditions espagnoles d'une époque bien postérieure aux premières domestications étudiées par Flannery mais où l'on voit qu'en plein Moyen Age on transplantait en les acclimatant par irrigation des espèces certes déjà domestiquées mais encore instables en climat subaride. L'irrigation permet aux espèces des latitudes tempérées de vivre à la latitude de Séville.

L'agronome a conscience par la greffe d'améliorer l'espèce (112), mais les affinités sont respectées, l'ambition consiste à reconstituer l'équilibre naturel. Nul orgueil dans cette œuvre mais un respect quasi religieux de l'équilibre premier. Ainsi, pour l'azerolier :

« Si l'arbre a été arraché dans la montagne ou dans tout autre lieu où il était venu spontanément, et transporté dans un jardin, on dispose, à l'entour du pied, de la terre prise au lieu même où il a pris naissance et d'où on l'avait tiré; alors il revient à la vie » (113).

L'irrigation et les espèces cultivées

Plus délicat que tout le choix de la plante, à cycle court (les seules cultivables dans les régions à saison sèche marquée) ou à cycle long quand l'approvisionnement en eau est assuré. Là est la pierre de touche des connaissances globales : l'action relative des pluies (hauteur totale, fréquence, répartition dans le temps), de l'évaporation (vents, chaleur), qualités du sol et cycle biologique de l'espèce cultivée.

La difficulté à établir ce que l'on appelle aujourd'hui « le bilan hydrique », résultante des données ci-dessus énoncées, explique au Moyen Age les divergences des géoponiciens sur certaines espèces.

Peu de références livresques mais un soin méticuleux à décrire comment il faut, saison après saison, irriguer les diverses espèces.

L'irrigation suppose une connaissance du cycle de la croissance et de la fructification de chaque espèce cultivée; sa réussite rend nécessaires de nombreuses expériences. C'est ainsi que si l'on fait germer les graines d'arbres à fruits à pépins comme le cognassier, le pommier, le poirier, le laurier, le cédratier, etc., il faudra

« ralentir l'arrosage à l'approche de la saison des grandes chaleurs afin que la jeune tige prenne de la solidité en cessant de croître (en hauteur) » (114).

Art nuancé et sans simplisme, l'irrigation dépasse le problème de l'entretien des canaux; elle permet, exercée avec un savoir qu'aucune technique ne remplace, de récupérer une récolte. Abu-l-Khayr rapporte (115) que certains fellahs, voyant vieillir des grenadiers et des pêchers, réussirent par le travail du sol (« amara ») et l'irrigation (*sakia*) à les faire fructifier à nouveau.

Le principe de base, relevant de la philo-

sophie et de l'agronomie, est le même que celui des Antiques. Il est simple et fournit l'explication de toutes les « récupération de récoltes » par irrigation. De même que « les pluies fournissent les sucres nourriciers » (116), l'irrigation conditionne le « principe sucré » du fruit. L'eau est nécessaire mais point trop n'en faut en certaines saisons. L'arrosage de la canne à sucre doit s'arrêter en octobre « parce que le principe sucré s'arrêterait » (117). Appliqué à la vigne, ce principe est d'une importance capitale, différenciant les bonnes années et les mauvaises par la qualité de la récolte et non par la quantité.

* *

En conclusion, les Andalous tentent de perfectionner par des moyens simples l'organisation des bassins inondés ou d'accroître la réserve d'eau de puits par d'ingénieuses juxtapositions de puits de profondeurs différentes. Cette irrigation de jardiniers qui n'a pas l'éclat des irrigations pionnières laisse percevoir cependant une étonnante multiplication des puits, des *norias* et des champs individuels, ainsi qu'un entretien rigoureux du réseau en place.

La science qui s'exerce dans cette entreprise n'est pas une science d'ingénieurs hydrauliciens à la manière romaine d'un Frontinus ou d'un Vitruve, mais celle qui convient à l'agriculture, à savoir prodiguer l'eau au moment où elle est nécessaire et sur un sol apte à en tirer le meilleur profit. Provenant du fleuve, de la source ou de la nappe phréatique (puits), l'eau est une partie du tout complexe qu'est le champ; dans un casier modèle, désherbé et bien planté, la récolte peut être mauvaise si l'eau n'est pas donnée en juste quantité et au bon moment. Inversement, une irrigation judicieuse, pendant les grosses chaleurs, peut assurer la récolte.

Cette primauté donnée à l'eau, que l'on trouve particulièrement chez Ibn Wafid et au XVI^e siècle chez G. Alonso Herrera, explique peut-être que ce dernier n'ait pas par hasard retenu parmi les Musulmans l'Abencénif (I. Wafid) avec qui il est en affinité si importante.

Dans l'opération culturelle d'irrigation, à la différence des Anciens et de l'Agriculture Nabatéenne même, ne s'expriment ni superstitions ni fantasmagories rustiques païennes. Seule la lune garde un certain pouvoir :

« La quantité d'eau à pourvoir pour l'irrigation s'acquiert par l'expérience... Ayez soin que votre irrigation ait lieu, pour les arbres et pour toutes les plantes sans exception, pendant que la lune est sous terre; elle produira beaucoup plus d'effet » (d'après l'Agriculture Nabatéenne) (118).

Dans l'ensemble, l'esprit le plus rationnel préside à l'utilisation de l'eau. Les catégories aristotéliennes y apparaissent peu ou très altérées. Déjà Columelle se distinguait de Plinius plus pénétré de connaissances livresques mythologiques, et dans la tradition de Théophraste. Alors que pour Plinius et Varron l'eau était une panacée permettant la vie des plantes mais pouvant aussi rendre les femmes fécondes, les voix belles, et modifier la couleur des

laines de moutons, etc. (119), pour Columelle et les héritiers arabes médiévaux, l'eau est conçue pour sa stricte efficacité agronomique.

Il nous semble voir se dessiner déjà depuis l'Antiquité et surtout avec Columelle une spécificité de l'agriculture espagnole, caractérisée par un sens très positif des conditions complexes dans lesquelles l'irrigation est fructueuse. L'appareil technologique lui-même paraît peu spectaculaire, le progrès relevant d'infimes améliorations qui assurent un travail bien fait. Par contre, les considérations théoriques sur le volume de sol arable, le temps optimum d'irrigation d'un bassin, la pente d'écoulement des eaux superflues et la juste fixation du moment où il faut irriguer, l'ensemble de ce savoir paysan qui explique la juste renommée, dans l'histoire, de l'irrigation andalouse, est le reflet de l'influence orientale, greffée sur une connaissance précise des conditions locales. Rome ici joue le rôle de tradition muette. Columelle n'est pas nommé. L'Orient et les travaux des contemporains servent de références livresques tandis que l'adaptation aux conditions locales, aux sols, aux espèces, met en valeur la spécificité de cette irrigation hispano-arabe, minutieuse, intensive, où les besoins de chaque espèce en eau et le moment où il faut la prodiguer ne sont pas de simples corollaires : une fois de plus et plus que jamais ce sont les connaissances scientifiques accrues des agronomes arabes médiévaux qui permettent d'établir en quoi réside le progrès par rapport au passé romain et pré-romain.

- (102) A. Khayr, f° 67 v°.
 (103) °Awwam, t. 1, ch. VI, p. 196.
 (104) *Ibid.*, ch. V, pp. 177 sq. (selon A. Khayr).
 (105) *Ibid.*, pp. 167, 171, 176 (selon A. Khayr).
 (106) *Ibid.*, p. 177 (selon A. Khayr).
 (107) La culture des fleurs en zone méditerranéenne a une valeur économique. La fleur n'est pas seulement matière à décoration mais à l'industrie de produits odoriférants, comestibles ou destinés à la toilette. La floriculture est pratiquée en grand et en plein champ.
 (108) °Awwam, t. 1, p. 234.
 (109) *Ibid.*, p. 242.
 (110) *Ibid.*, ch. VII, art. 26, p. 287.
 (111) Cf. K. Flannery in Ucko and Dimbleby, « Origins and ecological effects of early domestication in Iran and the Near East », London, 1969, p. 73.
 (112) °Awwam, I, p. 395 : « Par ce procédé de la greffe on obtient tous ces résultats; on fait que ce qu'il y a de défectueux dans la nature et dans le goût du sujet greffé passe à une condition bonne et louable. »
 (113) °Awwam, t. 1, 27, art. 55, p. 379.
 (114) °Awwam, t. I, ch. V, p. 158.
 (115) A. Khayr, f° 70 v°, l. 9-12.
 (116) °Awwam, t. I, p. 285.
 (117) °Awwam, t. I, VII, art. 47, p. 365 : cf. Khayr, f° 85 v°, l. 13-14 : si l'eau est en excès « le fruit sera trop juteux, véreux, pourri et les racines auront des vers, qui coupent les racines » et, l. 16-17 : « car la plupart des fœux qui atteignent les plantes viennent des quatre éléments (°anasir, sing. °unsurun), l'eau, l'air, le fumeur et la terre ». (118) °Awwam, t. I, ch. XII, p. 53. Cf. Géop. Y, 10, p. 342 (t. I) et X, 2, p. 636 (t. II); cf. Pline, XVIII, 75, p. 165.
 (119) Pline, XXI, 16 (selon Mucien). C'est Pline et non les Arabes, comme une certaine image d'Épinal aurait pu le laisser supposer, qui avance que certaines eaux peuvent guérir de l'amour.

BIBLIOGRAPHIE DES OUVRAGES UTILISÉS

I. SOURCES DE BASE.

- (1) Ibn AL-°AWWAM. — *Kitab al-filaha*: livre de l'agriculture. Éd. du texte arabe et traduction castillane par Banqueri, 2 vol. (Madrid, 1802). Éd. française par J. Clément Mullet, 2 t. en 3 vol. avec glossaire (Paris, 1864-1867). C. Crispo Moncada : Actes du VIII^e Congrès des Orientalistes, vol. II, pp. 215-257 : public. et trad. de nouveaux passages de l'œuvre d'Ibn al-°Awwam.
 (2) Ibn BASSAL AL-TULAYTULI. — *Kitab al-qsad oual biyan*: livre de la proposition et de la démonstration. Connue par un compendium en castillan du XV^e siècle, publié par le P^r Millas-Vallicrosa, dans *Al-Andalous*, 1948.
 (3) *Le Calendrier de Cordoue*, publié par Dozy, nouvelle éd. trad. et annotée par Ch. Pellat, Leiden, E. V. Brill, 1961.
 (4) Fray Gabriel ALONSO DE HERRERA. — *Libro de Agricultura*, Alcalá de Henares, 1539, Madrid, 1645. Agricultura General, corrigée suivant le texte de la 1^{re} éd. (1513), Madrid, 1918.
 (5) Abu-l-Khayer AL-ISHBILI. — *Kitag al-filaha*. B.N. Paris n° 4764, fol. 61 à 180. Extraits (cultures industrielles) publiés fin XIX^e siècle par A. Cherbonneau et présentés par H. Pérès (Alger, 1946).
 (6) Ibn WAHSIYYA. — *Al-falaha al-Nabatiyya*: l'agriculture Nabatéenne. Sur l'état actuel de la controverse le concernant, cf. E. I. II, 457.
 (7) Ibn Wafid AL-LAJMI. — Somme : *majmu'*. Connue par un compendium en castillan du XIV^e-début XV^e siècle, publié par le P^r José M^a Millas-Vallicrosa, dans *Al-Andalous*, vol. VIII, 1943.

SOURCES SECONDAIRES.

- (8) Ibn °ABDUN. — *Traité de Hisba*, trad. Lévi-Provençal : *Séville musulmane au début du XII^e siècle*, Paris, 1947.
 (9) Hazel HARAVI. — *Ilm e zéraq v. felahé*, trad. par Seyed Yacoubi Ali-Asghar, Paris, 1968.
 (10) IDRISI. — *Description de l'Afrique et de l'Espagne*, texte arabe et trad. française par R. Dozy et E. de Goege, Leyde, 1866.
 (11) RAZI. — « Description de l'Espagne », *Al-Andalous*, XVIII, 1953.

II. TEXTES ANTIQUES.

- (12) CATON (Marcus Porcius) le Censeur. — *De Agri cultura*, trad. par Antoine Wolff, Saboureux de la Bonneterie : Les Agronomes Latins, Caton, Varron, Columelle, Palladius, Paris, Didot, 1874.
 (13) COLUMELLE (Lucius Junius Moderatus). — *De Re Rustica*, trad. par Louis du Bois : De l'Économie Rurale, P. Panckoucke, 1845.
 (14) PALLADIUS (Rutilius Taurus Aemilianus). — *De Agricultura*, trad. par Cabaret-Dupaty, P. Panckoucke, 1843.
 (15) PLINE l'Ancien. — *Histoire Naturelle* (Belles-Lettres), Livre XVII, trad. par J. André, Paris, 1964.
 (16) STRABON. — *Géographie*, trad. Aujac et Lasserre, Paris, Belles-Lettres, 1969 (4 vol.).
 (17) THÉOPHRASTE. — *Historia Plantarum*, trad. angl. Enquiry into plants par Arthur Hort, 2 vol., N. Y.-Londres, 1961.
 (18) VARRON (Marcus Terentius). — *De Re Rustica*, trad. Rousselot, Paris, 1843 (le Barûn des Arabes).

III. OUVRAGES MODERNES.

- (19) ASSO (I. de). — *Historia de la economia política de Aragón*, Zaragoza, 1947.
 (20) BÉMONT (F.). — « L'irrigation en Iran », in *Annales de Géographie*, 1961.
 (21) BRUNHES (J.). — *L'irrigation dans la Péninsule Ibérique et dans l'Afrique du Nord*, Paris, 1902.
 (22) CAHEN (Cl.). — *L'Islam des origines au début de l'Empire ottoman*, Paris, 1970.
 (23) CAHEN (Cl.). — « Le service de l'irrigation en Iraq au début du XI^e siècle », in *Bulletin d'Études Orientales*, t. XIII, Damas, 1951.
 (24) CASTRO (A.). — *Réalité de l'Espagne*, Paris, 1963.

- (25) COLIN (G. S.). — « La noria marocaine et les machines hydrauliques dans le monde arabe », *Hespéris*, t. XIV, 1932.
 (26) COLIN (G. S.). — « Les origines des norias de Fès », *Hespéris*, 1933-1934.
 (27) DESPOIS (J.). — Art. Bi'r (puits) in *Encyclopédie Islam*, nouvelle éd., Leyde-Paris, 1960.
 (28) DERRUAU (M.). — *Précis de géographie humaine*, Paris, 1961.
 (29) FLANNERY (K.). — « Origin and ecological effects of early domestication in Iran and the Near East », in Ucko and Dimbleby, *The domestication and exploitation of plants and animals*, London, 1969.
 (30) GOBLOT (H.). — « Dans l'ancien Iran, les techniques de l'eau et la grande histoire », *Annales E.S.C.*, mai-juin 1963.
 (32) PLANHOL (X. de). — *Fondements géographiques de l'histoire de l'Islam*, Paris, 1968.
 (31) LÉVI-PROVENÇAL (E.). — *L'Espagne musulmane au X^e siècle*, Paris, 1932.
 (33) RIBERA Y TARRAGO (J.). — « El sistema de riegos en la huerta valenciana no es obra de los Arabes », in *Disertaciones y opusculos* (1887-1927), t. II : Madrid, 1928 : Historia arabe valenciana.
 (34) RIVIERE (Ch.) et LECOQ (H.). — *Traité pratique d'agriculture pour le Nord de l'Afrique*, Paris, 1914.
 (35) SIMONET (J. F.). — *Descripción del reino de Grenada*, Granada, 1872.
 (36) SINGER (C.), HOLMYARD (E. J.) and HALL (A. R.). — *A history of technology*, vol. II : The Mediterranean civilization and the Middle Ages, c. 700 BC to c. 1500 AD, Oxford University Press, New York and London, 1956.
 (37) SMITH (R.). — « Medieval agrarian society in its prime : Spain », in *Cambridge Economic History of Europe*, 1966.
 (38) SOLIGNAC (M.). — « Recherches sur les installations hydrauliques de Kairouan et des steppes tunisiennes du VII^e au XI^e siècle », *Annales de l'Institut d'Études Orientales*, t. X, 1952.
 (39) SOURDEL (D. et J.). — *La civilisation de l'Islam classique*, Paris, 1968.
 (40) VICENS Y VIVES (J.). — *Historia Social y económica de España y America*, Barcelona, 1957 (5 vol.).
 (41) VILA-VALENTI (J.). — « L'irrigation par nappes fluviales dans le Sud-Est espagnol », *Méditerranée* (2).

