

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

—

SESSION 2017

—

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

(Classes de terminale S)

Durée : 5 heures

—

L'usage de la calculatrice est autorisé

Consignes aux candidats

- Ne pas utiliser d'encre claire
- N'utiliser ni colle, ni agrafe
- Numéroter chaque page en bas à droite (numéro de page / nombre total de pages)
- Sur chaque copie, renseigner l'en-tête + l'identification du concours :

Concours / Examen : CGL

Section/Spécialité/Série : SCVDT

Epreuve : 00101

Matière : SVTE

Session : 2017

- **L'usage d'une calculatrice est autorisé** pour cette épreuve.
- Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve: pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le chef de centre qui vérifiera et éventuellement remplacera son sujet.
- Aucune introduction générale ni conclusion générale n'est attendue.
- Les documents annexes ne sont pas à étudier en tant que tel.

- **La copie doit reprendre la numérotation des questions et des documents.**
- Clarté, rigueur et concision des propos seront déterminants dans l'évaluation de la copie.
- Seules les copies des candidats qui auront traité l'intégralité du sujet seront examinées par le jury.
- Il est conseillé aux candidats de commencer par la rédaction de la partie I.

Sources des documents:

- Al- Gamal, **Journal of Hydrology** Vol 398 184-190 (2011)
- Gonçalves et coll. **Geophysical Research Letters** Vol 40 2673-2678 (2013)
- Ould Baba Sy. **Recharge et paléorecharge du système aquifère du Sahara septentrional**, **Thèse de l'université de Tunis** (2005)
- Observatoire du Sahara et du Sahel. **Système aquifère du Sahara Septentrional. Gestion commune d'un bassin transfrontière**. Rapport de Synthèse- 2003.
- Observatoire du Sahara et du Sahel. **Système aquifère du Sahara Septentrional. Gestion concertée d'un bassin transfrontalier**. Rapport de Synthèse- 2008.
- Gillon et Coll. **La datation des eaux souterraines**. L'actualité Chimique n°329 (2009)
- **Actualité scientifique IRD n°431** (2013)
- Jean Margat. **Exploitations et utilisation des eaux souterraines dans le monde**. Ed. UNESCO et BRGM
- Article hors série **Sciences et Vie** n°243, 2008
- Majdoub et coll., **Nature et technologie** n°12 (2015)
- Moore JP et coll., **Trends in Plant Science** (Février 2009)
- Farrant J et coll., **Planta** Vol 242 n°2 407-426 (2015)
- Abdul Kader **Salt stress in rice : adaptative mechanisms for cytosolic sodium homeostasis**. **Thèse : Swedish University of Agricultural Sciences** (2006)

PARTIE 1: L'EAU ET LA PLANTE

Vous montrerez l'importance de l'eau dans la physiologie des plantes et comment leur organisation fonctionnelle permet d'utiliser l'eau et de répondre aux variations de quantité d'eau dans leur environnement. . Votre exposé sera organisé à l'aide d'un texte structuré (plan avec titres informatifs), clairement argumenté et illustré.

Durée de rédaction conseillée : 2 heures.

PARTIE 2 : LE SYSTEME AQUIFERE DU SAHARA SEPTENTRIONAL

Le système aquifère du Sahara septentrional (Document. 1) s'étend sur une surface de presque deux fois la France métropolitaine et contient à plusieurs centaines voire milliers de mètres de profondeur, plus de 30000 km³ d'eau.

Ce réservoir d'eau souterraine, parmi les plus grands du monde, a permis le développement urbain et agricole des régions semi-arides de Tunisie, d'Algérie et d'une partie de la Libye au cours des trente dernières années.

DOCUMENT. 1 : Localisation géographique de la zone aquifère du Sahara septentrional.



A- Caractéristiques et dynamique du bassin sédimentaire contenant les aquifères.

La zone aquifère du Sahara septentrional correspond à un bassin sédimentaire dans lequel les sédiments ont été accumulés à partir du Trias (bassin de Gadhamès). Une coupe SW-NE de ce bassin est présentée dans le document. 2.

DOCUMENT. 2 : Coupe SW-NE du bassin de Gadhamès.

Les roches qui constituent les ensembles sédimentaires sont indiquées en italique

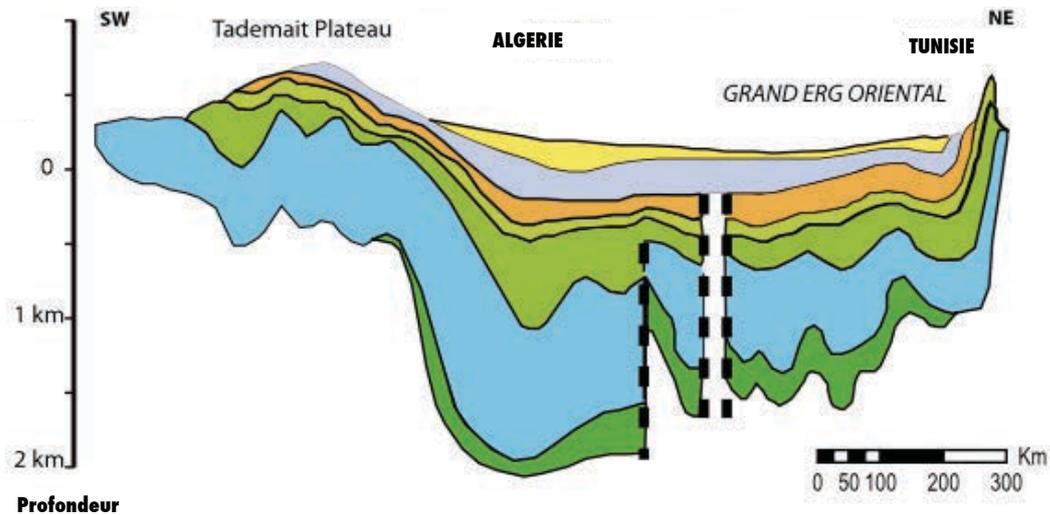
** Les évaporites sont des roches sédimentaires résultant de l'évaporation de l'eau et de la précipitation des sels qui y sont dissous. Leur dépôt s'effectue donc généralement sous une faible épaisseur d'eau. Ces roches salines sont très diverses :*

Gypse : $\text{CaSO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}$.

Anhydrite : CaSO_4 .

Halite (sel de gemme) : NaCl .

Sylvine ou Sylvite : KCl .

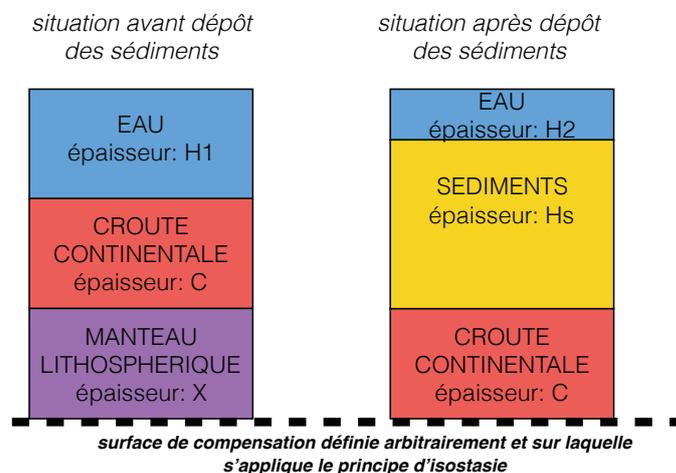


1°) Commentez la localisation des évaporites au sein du bassin sédimentaire. Quelles conclusions peut-on en tirer sur la dynamique du bassin et sur l'origine de l'accumulation de fortes épaisseurs de sédiments ?

On cherche à expliquer l'épaisseur totale de 25 000 m de dépôts observée dans le bassin de Gadhams.

On émet l'hypothèse que au fur et à mesure que les sédiments s'accumulent, ils entraînent un enfoncement du socle sur lequel ils se déposent par isostasie. Le document 3 schématise la situation avant dépôt des sédiments et après dépôt des sédiments.

DOCUMENT. 3 : Schématisation de l'enfoncement du socle lors du dépôt des sédiments dans le bassin.



Le principe d'isostasie indique que le poids de la colonne de roche qui s'exerce sur l'asthénosphère est le même dans les deux situations.

Mathématiquement, on peut dire que

$$\Sigma \rho g H \text{ avant dépôt des sédiments} = \Sigma \rho g H \text{ après dépôt}$$

Σ : somme

ρ : masse volumique de la roche considérée

g : accélération de la pesanteur

H : épaisseur de la roche ou du milieu considéré.

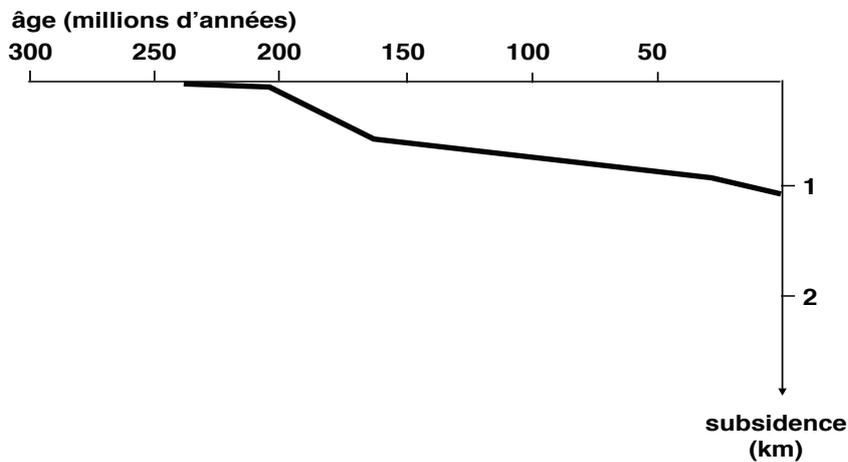
2°)a) En appliquant le principe d'isostasie au schéma du document 3, calculez x en fonction de H_s . (on prendra densité de l'eau $d_e = 1$, des sédiments $d_s = 2,5$, du manteau $d_m = 3,3$).

Que peut-on déduire du résultat obtenu ?

b) Compléter votre réponse en utilisant la courbe de subsidence en fonction du temps (document 4).

DOCUMENT. 4 : Courbe de subsidence du nord du bassin de Gadhamès.

Cette courbe montre l'évolution au cours du temps de la profondeur du socle sur lequel se déposent les sédiments, déduction faite de l'effet du poids des sédiments.



B- Identification des aquifères.

Les aquifères sont des formations géologiques perméables contenant des nappes d'eau souterraines.

3°) A l'aide des documents 5 à 7, identifiez sur le document 2, en justifiant votre réponse, les deux aquifères qui peuvent être distingués dans le bassin de Gadhamès ainsi que la formation imperméable qui les délimite.

DOCUMENT. 5 : Valeurs de porosités de différentes roches.

	Porosité totale (%)	Porosité efficace (%)
Grès	25 à 40	15 à 25
Argile	40 à 50	1 à 2
Craie	10 à 40	1 à 5
Calcaire fissuré	1 à 10	10 à 50

La **porosité totale** se définit de la manière suivante $P_t = \text{volume des vides} / \text{volume total de la roche} \times 100$

La **porosité efficace** est la quantité d'eau mobile qui peut être contenue dans une roche

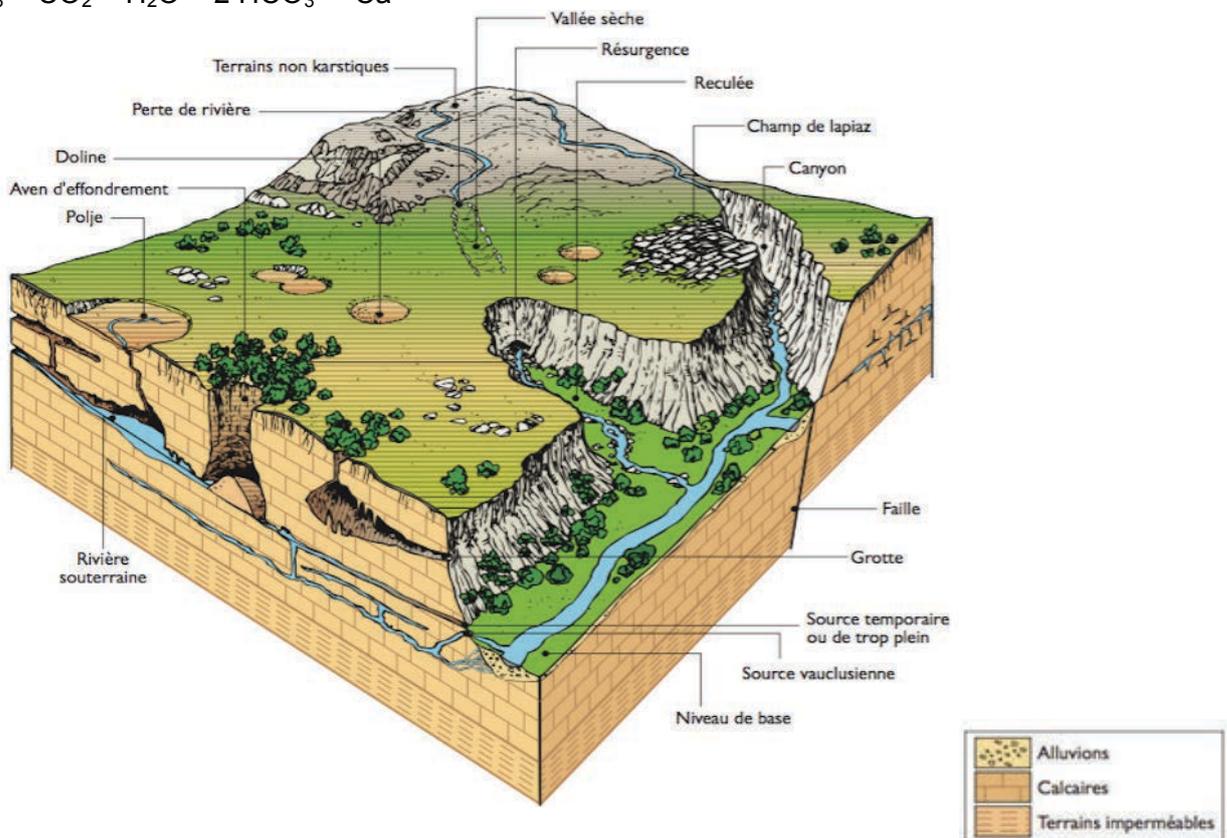
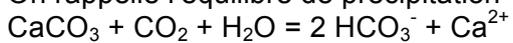
DOCUMENT. 6 : Lamme mince de grès observée au microscope polarisant en lumière polarisée non analysée.

Dans cette roche, les pores ont été imprégnés à l'aide d'un colorant bleu visible en lumière polarisée non analysée.



DOCUMENT. 7: Représentation schématique d'un paysage karstique observé dans des formations calcaires.

On rappelle l'équilibre de précipitation - dissolution du carbonate de calcium



4°) A l'aide des données du document 8, estimez la quantité des réserves en eau dans le système aquifère du Sahara septentrional.

DOCUMENT. 8 : Quelques données sur les deux aquifères du Sahara septentrional.

	Aquifère n°1	Aquifère n°2
Surface	1,1. 10 ⁶ km ²	665 000 km ²
Epaisseur moyenne	358 m	342 m
Porosité efficace	5%	5%

C- Recharge en eau des aquifères.

5°) A l'aide de l'analyse des documents. 9 à 13, expliquez en quoi les nappes d'eau du système aquifère du Sahara septentrional peuvent être considérées comme fossiles et présentez les arguments qui modulent cette notion. Votre réponse sera présentée sous forme d'un tableau.

6°) A l'aide du document. 13, expliquez sous forme d'un schéma, les grandes étapes de la stratégie expérimentale permettant de quantifier l'eau GWS stockée dans les aquifères.

DOCUMENT. 9 : Datation des eaux souterraines du système aquifère du Sahara septentrional.

La datation au carbone 14 des eaux souterraines peut être réalisée à l'aide du carbone 14 présent dans le carbone dissous dans l'eau.

Des analyses en différents points de prélèvements sont réalisées et différents âges sont obtenus (328 échantillons analysés).

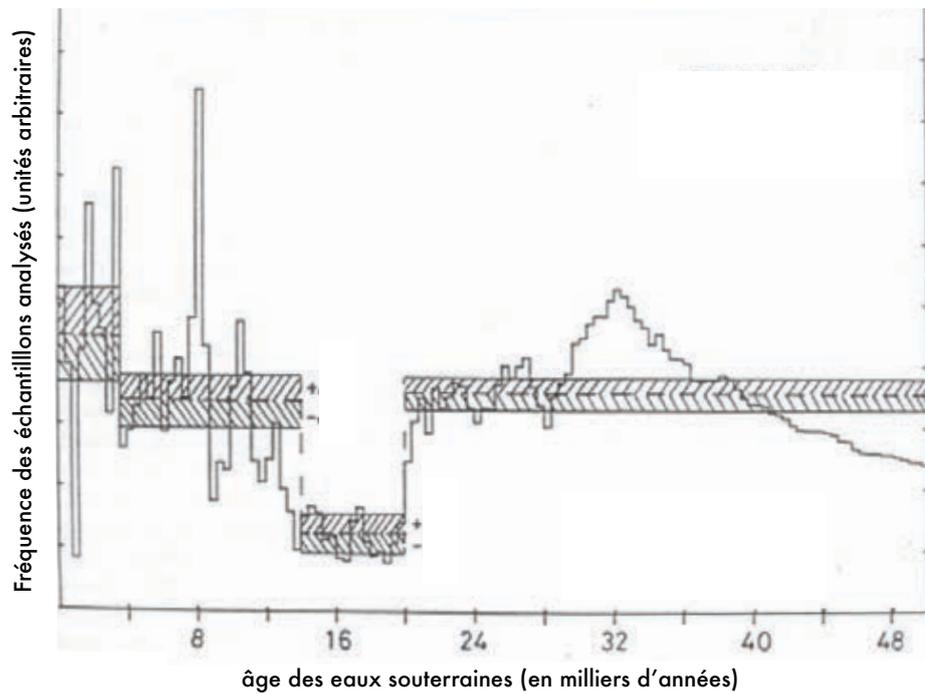
Les résultats sont mis en relation avec l'histoire climatologique de la région

A- Histoire climatologique des 40000 dernières années au Sahara septentrional.

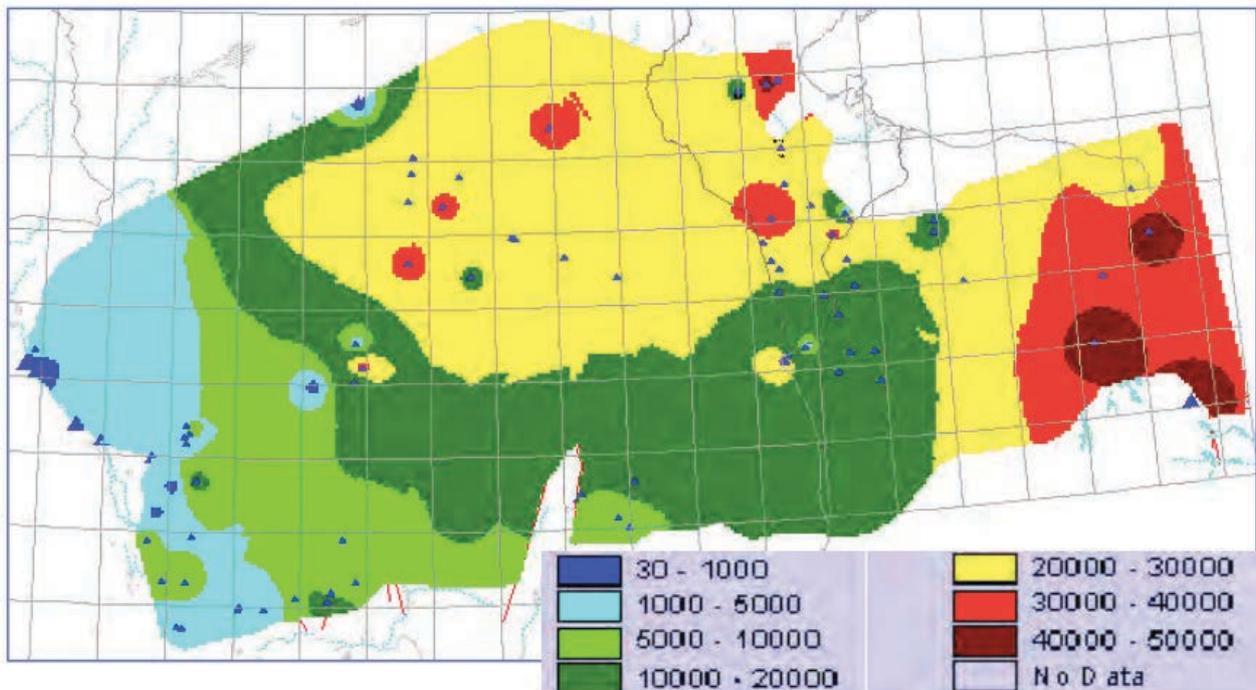
Age (années)	Climat
0-4000	Transition avec le climat actuel
4000-10000	Période post-glaciaire chaude et pluvieuse
10000-14000	Fortes variations climatiques. Pluie hivernale
14000-20000	Climat semi-aride froid
20000-40000	Pluies hivernales (régime atlantique). Température variable

B- âges des eaux souterraines obtenus à l'aide de la datation au carbone 14.

Le graphique suivant représente la fréquence des échantillons correspondant à chaque âge

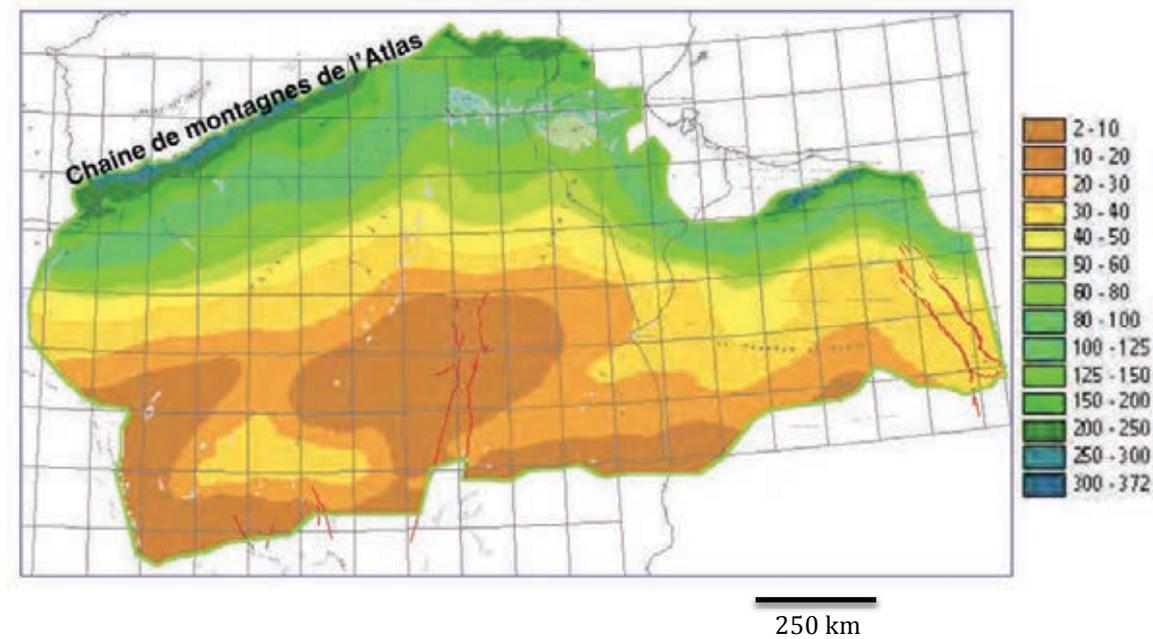


C- Répartition géographique de l'âge des eaux souterraines dans l'aquifère n°1.



DOCUMENT. 10 : Précipitations actuelles moyennes dans le Sahara.

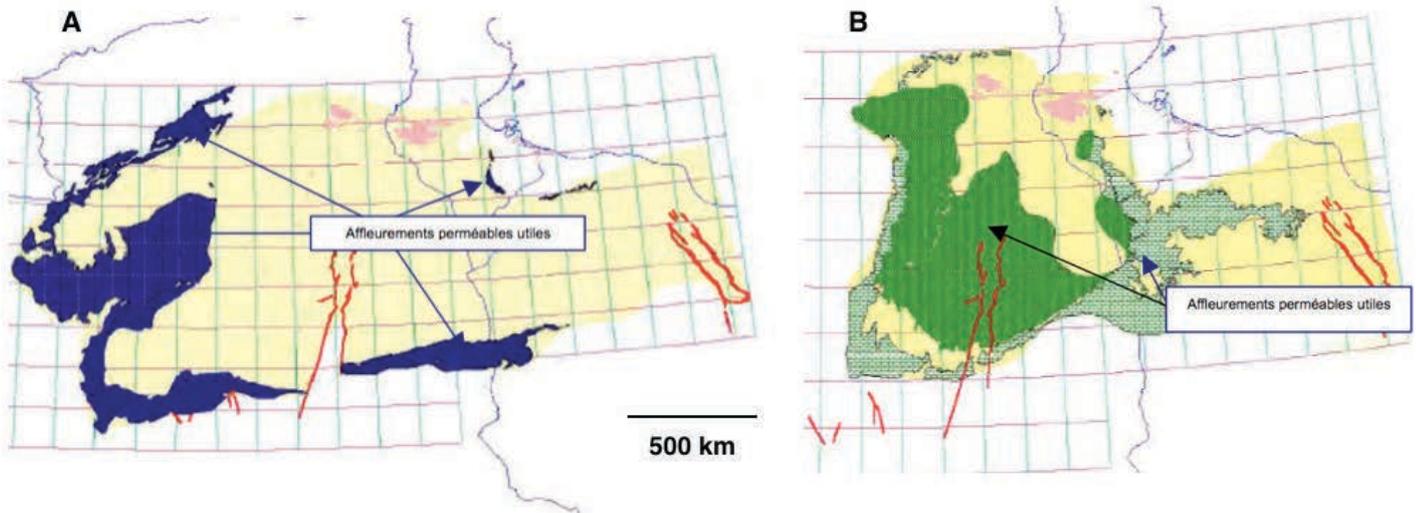
Les valeurs sont données en mm. an⁻¹



DOCUMENT. 11 : Affleurements perméables utiles pour les deux aquifères

Au niveau de ces affleurements, il y a possibilité d'infiltration directe de l'eau

- A- Affleurements perméables utiles pour l'aquifère n°1
- B- Affleurements perméables utiles pour l'aquifère n°2

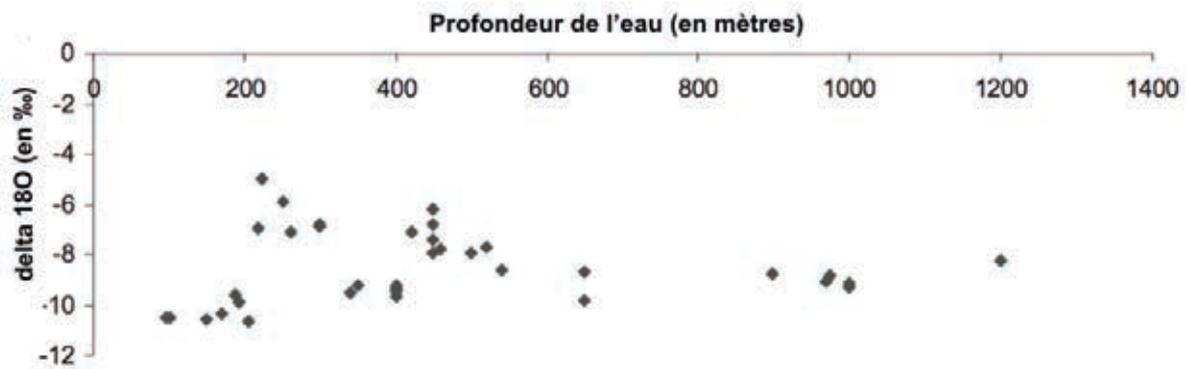


DOCUMENT. 12 : $\delta^{18}\text{O}$ dans les eaux de l'aquifère n°1 en Libye.

L'oxygène trouvé dans les molécules d'eau peut être sous trois états isotopiques : ^{16}O (99,76%), ^{17}O (0,04%) et ^{18}O (0,20%). La teneur en ^{18}O des eaux de précipitations dépend des conditions climatiques et de l'altitude.

Les teneurs en ^{18}O sont exprimées par le delta ^{18}O ($\delta^{18}\text{O}$) qui correspond aux parts pour mille de différence par rapport à un étalon SMOW (Standard Mean Ocean Water qui représente la composition isotopique moyenne des eaux océaniques)

Actuellement on estime le $\delta^{18}\text{O}$ des précipitations qui tombent sur la chaîne de l'Atlas (localisée sur le document. 9) entre -6 et -5‰.

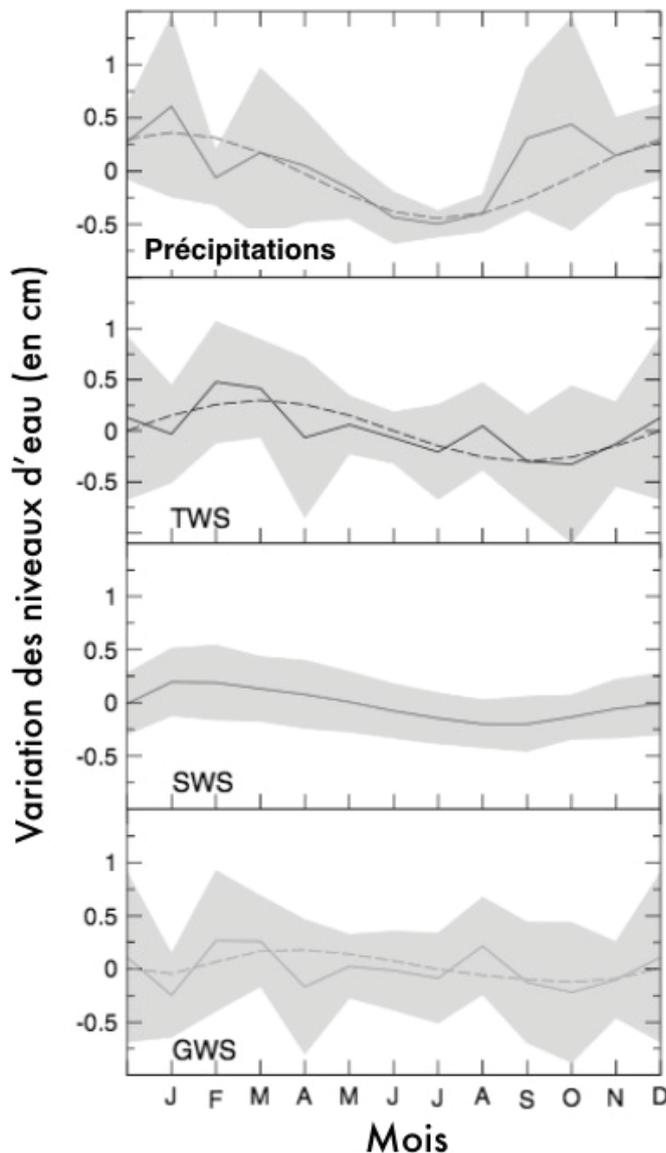


DOCUMENT. 13 : Cycle saisonnier moyen des précipitations et des valeurs TWS, SWS et GWS

Une équipe de recherche a analysé les données fournies par la mission satellitaire GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) de la NASA et du centre aérospatial allemand. Mis en orbite depuis 2002, GRACE mesure les variations du champ de pesanteur terrestre, ce qui permet de déduire les variations de masse d'eau contenue dans les enveloppes superficielles du globe. Ces masses d'eau sont notées **TWS** (pour Terrestrial Water Storage).

La quantité d'eau dans le sol (**SWS** pour Soil Water Storage) peut être estimée par des modélisations informatiques.

Ces différentes données permettent d'en déduire la quantité d'eau contenue dans les aquifères (**GWS** pour Ground Water Storage).



Les courbes en traits pleins indiquent les moyennes des résultats obtenus sur 8 ans.

Les zones grisées indiquent les écarts à la moyenne.

Les courbes en tirets sont des approximations des résultats sous forme de fonctions sinusoïdales qui permettent de mieux voir le décalage temporel entre les différentes variations

Des calculs complémentaires permettent d'estimer le taux de renouvellement des deux aquifères à $1,40 \pm 0,90 \text{ km}^3 \cdot \text{an}^{-1}$.

PARTIE 3 : CIRCULATION ET EXPLOITATION DES AQUIFÈRES DU SAHARA

Définitions utiles :

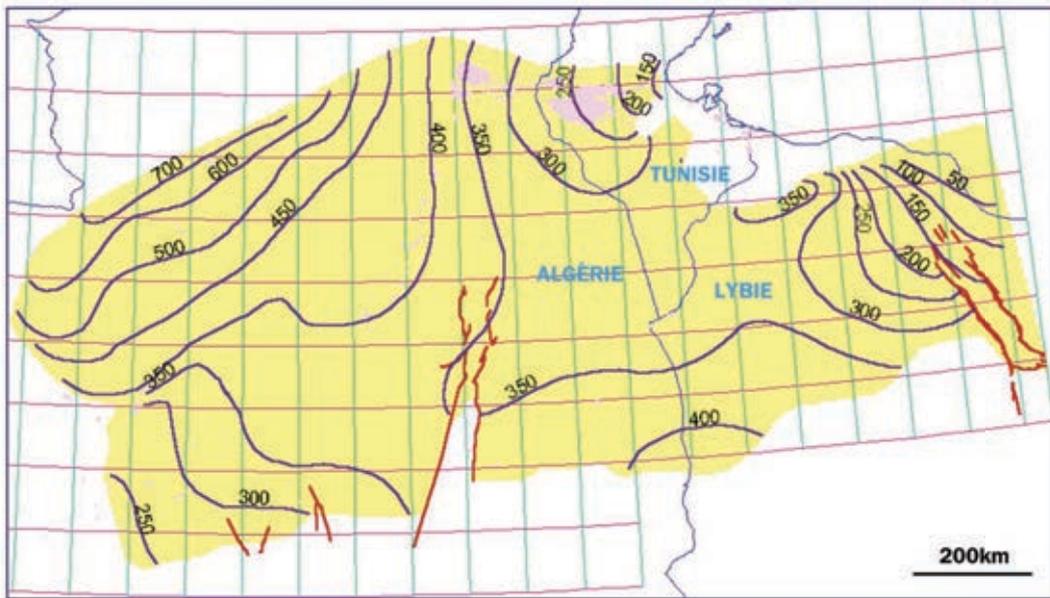
On appelle **surface piézométrique** l'altitude (comptée positivement) ou la profondeur (comptée négativement) à laquelle la surface d'une nappe phréatique se trouve à l'équilibre. L'eau s'écoule des **isopièzes** (courbe reliant les valeurs de surface piézométrique identique) ayant les cotes plus élevées vers celles ayant les plus faibles

On appelle **rabattement** la variation de la surface piézométrique due à un forage.

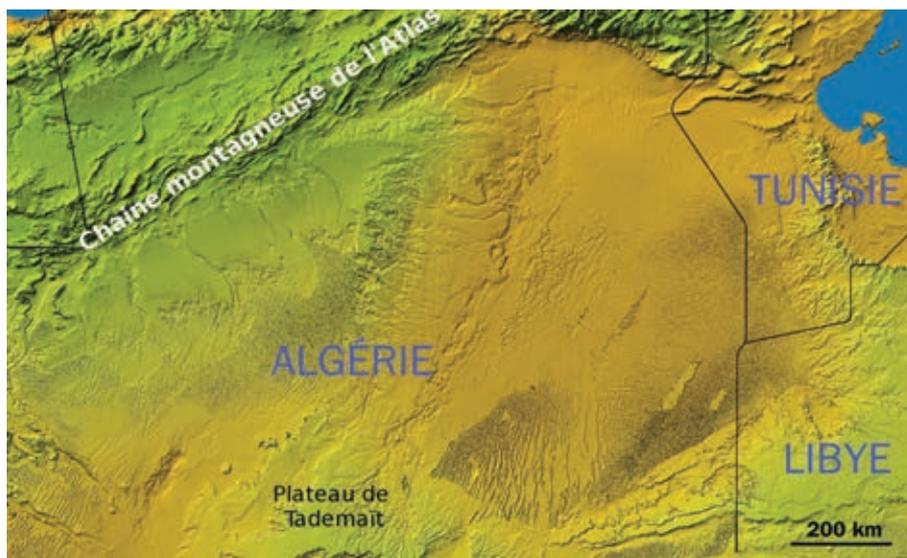
A - Approvisionnement et circulation de l'eau dans les nappes phréatiques

7°) A partir des documents suivants, déterminez les zones de charge des nappes phréatiques en justifiant votre raisonnement et décrivez un exemple de trajet des eaux de la nappe phréatique.

DOCUMENT. 14 : Carte des isopièzes (en mètres) de la nappe phréatique du complexe intermédiaire



DOCUMENT. 15 : Carte physique de la même zone du Sahara



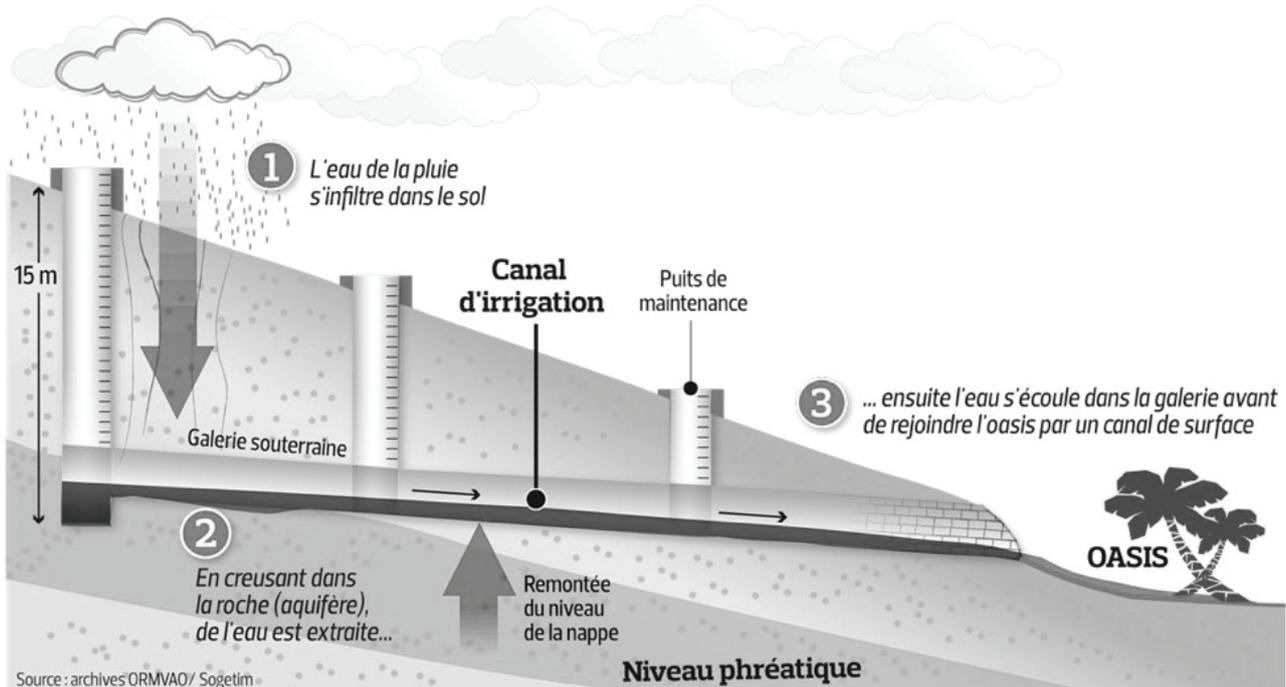
B – L'exploitation de l'eau des aquifères du Sahara

8°) A partir de l'exploitation des documents suivants vous présenterez les avantages et les limites de l'utilisation des ressources en eau des nappes phréatiques sahariennes.

DOCUMENT. 16 : Principe de fonctionnement d'une khattara dans les zones désertiques

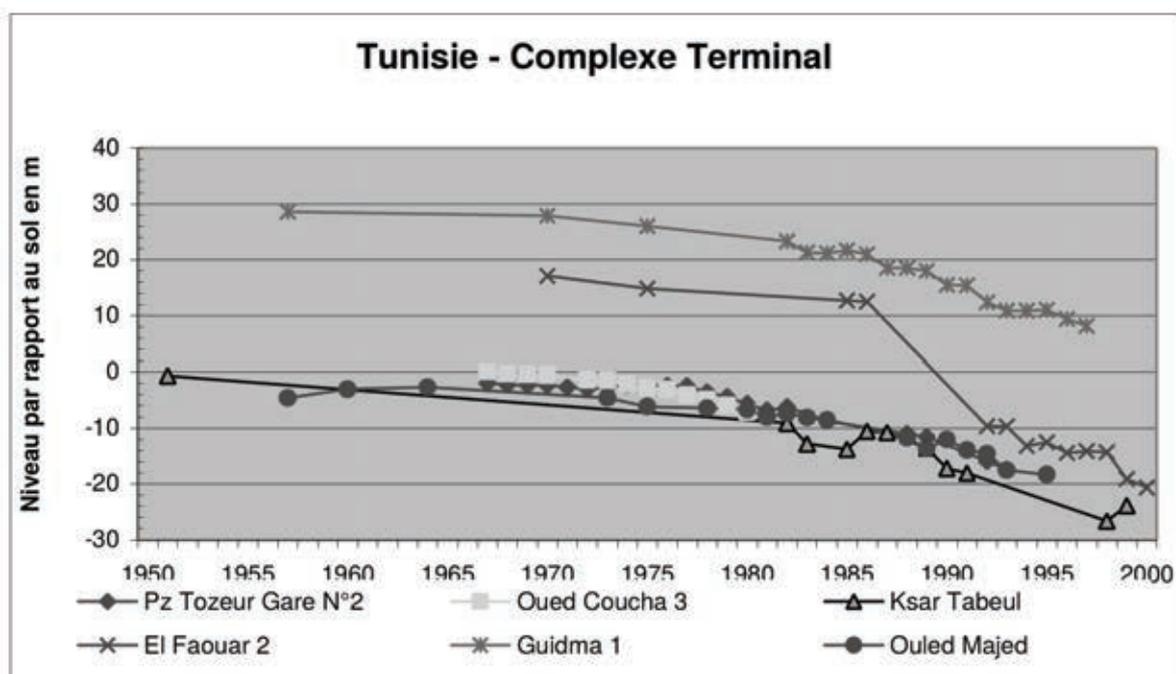
Au Magrebh, on nomme « khattara » l'ensemble du dispositif de mobilisation des eaux souterraines.

Schéma simplifié d' une « khattara »

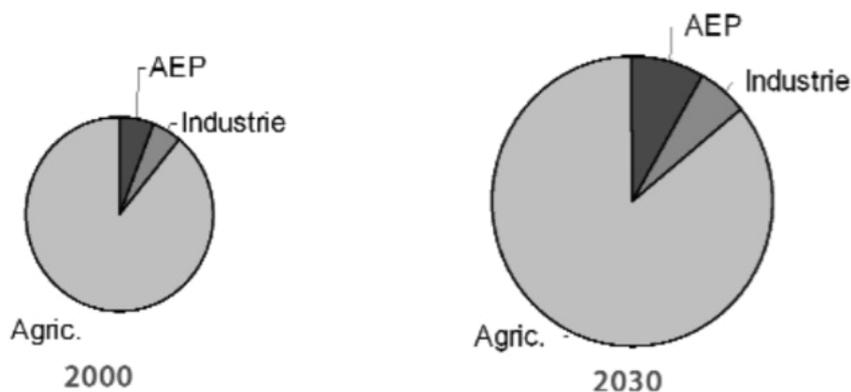


DOCUMENT. 17 : Evolution de la surface piézométrique au cours du temps pour certains forages en Tunisie

On mesure ici au niveau de différents puits la hauteur moyenne de la surface piézométrique (donnée en ordonnées) dont la définition est précisée au début de cette partie. On réalise cette mesure au fil des années.



DOCUMENT. 18 : Demande en eau dans la zone du système aquifère du Sahara septentrional (Tunisie, Algérie et Lybie) et projections pour l'avenir.



AEP : alimentation en eau potable

Agric : Agriculture

** La surface des disques est proportionnelle à la demande*

	2000	2020	2030
Population concernée (nombre d'habitants)	4 800 000	7 000 000	8 800 000
Utilisation d'eau pour l'industrie (en millions de m ³)	180	Non évalué	325
Surfaces irriguées (en hectares)	250 000	400 000	500 000

DOCUMENT. 19 : Quelques données sur le coût des forages en fonction de la profondeur

Les prix sont donnés en Dinar Tunisien (1DT = 0,40€). Note : les données datent de 1971.

Profondeur des forages (m)	Coût et contrainte technique éventuelle
100	11 000
200	16 000
300	20 000
400	25 000
500	45 000
600	75 000
800	105 000 et nécessite une tour refroidissant l'eau
1000	120 000 et nécessite une tour refroidissant l'eau
1200	140 000 et nécessite une tour refroidissant l'eau
1400	155 000 et nécessite une tour refroidissant l'eau
1600	170 000 et nécessite une tour refroidissant l'eau
1800	190 000 et nécessite une tour refroidissant l'eau

C- Des pratiques agronomiques pour répondre à la faible disponibilité en eau.

9°) A l'aide des documents 20 à 23, après avoir expliqué le principe du système de meskat, indiquez en quoi les techniques agricoles et les recherches en agronomie peuvent permettre de limiter la consommation d'eau. Précisez quelles peuvent être les limites de ces techniques et recherches. Les résultats seront présentés sous forme d'un tableau.

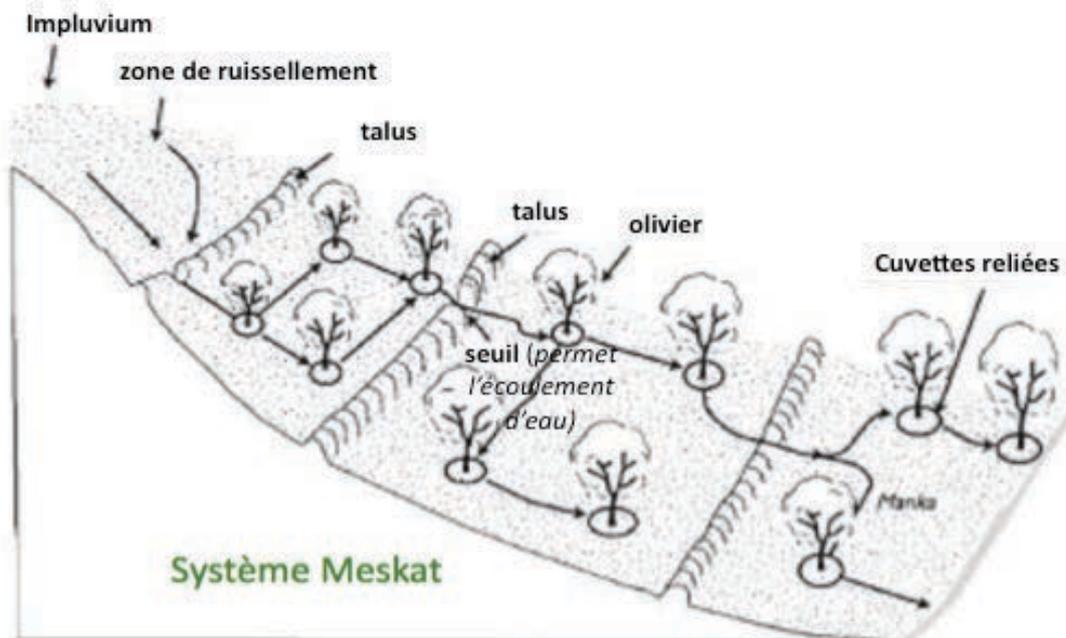
DOCUMENT. 20 : Un exemple d'aménagement d'un écosystème aride (Keïta, Niger)

« A Keita, il fallait que les arbres se déploient, ce qui a pris de nombreuses années. Heureusement, l'effort fut maintenu et les arbres, aujourd'hui, font enfin leur office: ils freinent l'harmattan (un vent sec et brûlant qui arrive du désert) et créent suffisamment d'ombre pour permettre l'installation d'herbes, puis de cultures. Désormais, lorsque les pluies tombent sur ces surfaces végétalisées, elles n'emènent plus la terre et pénètrent dans le sol, alimentant les nappes phréatiques. Quelques 40000 hectares ont ainsi été restaurés [...] L'accroissement de la disponibilité en eau a également rendu possible un développement des cultures maraichères (tomates, oignons, patates douces...) et les rendements ont triplé, le cheptel s'est multiplié et un véritable capital en arbres, à la valeur commerciale considérable, est sorti du sol à ce jour: Keita est là pour démontrer l'intérêt économique et social du fait d'investir dans l'écosystème »

DOCUMENT. 21 : Le système de meskat.

En Tunisie, une partie des terrains en pente sont aménagés en meskats.

A : Organisation d'un système de meskat

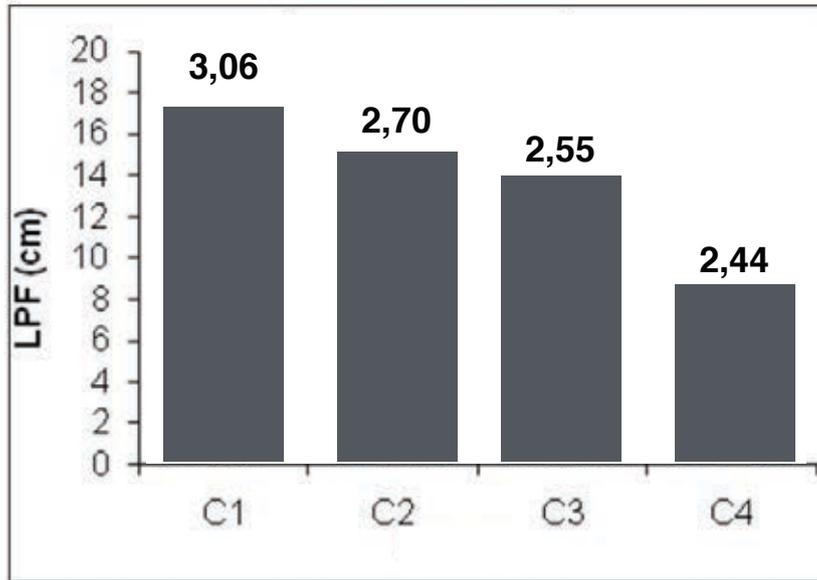


B : On étudie la croissance d'oliviers situés sur des parcelles à différentes distances de l'impluvium (zone de précipitation).

C1 : 10 m ; **C2** : 47m ; **C3** : 85 m ; **C4** : 126m. La parcelle C4 est considéré comme suffisamment éloignée pour ne plus être soumise à l'effet du meskat.

LPF : Longueur des pousses (branches) portant les fruits.

Les chiffres au dessus des histogrammes indiquent la surface moyenne des feuilles en cm^2



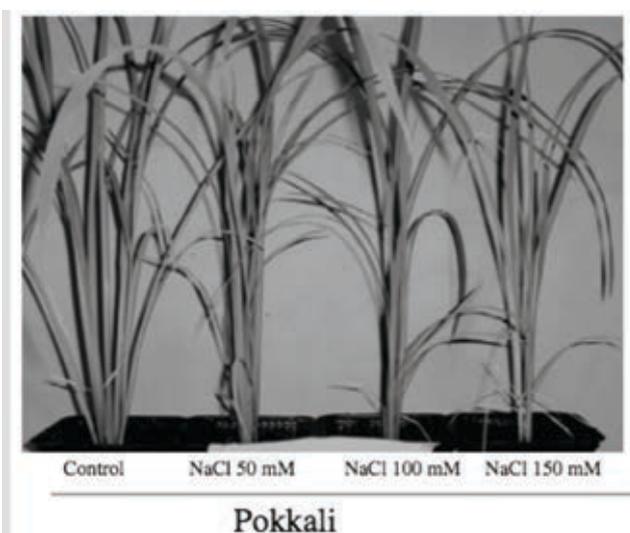
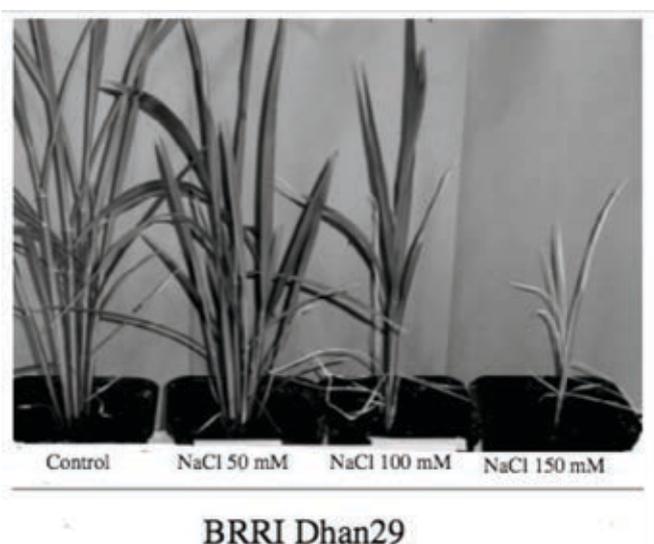
DOCUMENT. 22 : Etude de deux variétés naturelles de riz et de leur croissance dans des sols salés.

On peut noter que les nappes d'eau du système aquifère du Sahara septentrional peuvent atteindre, dans certaines régions, des salinités élevées de 70 à 100 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Control : plante cultivée dans un milieu sans NaCl

mM : concentrations en NaCl en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

***La variété Pokkali a un rendement en grains beaucoup plus faible que la variété BRRI.**

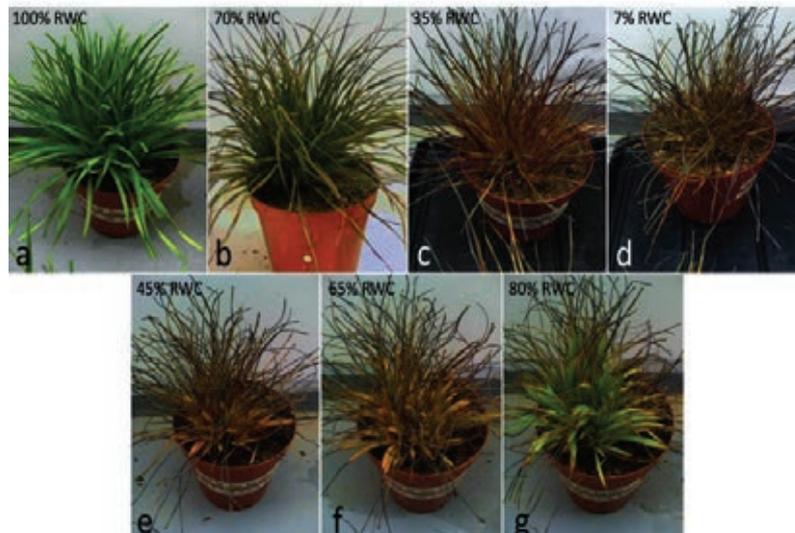
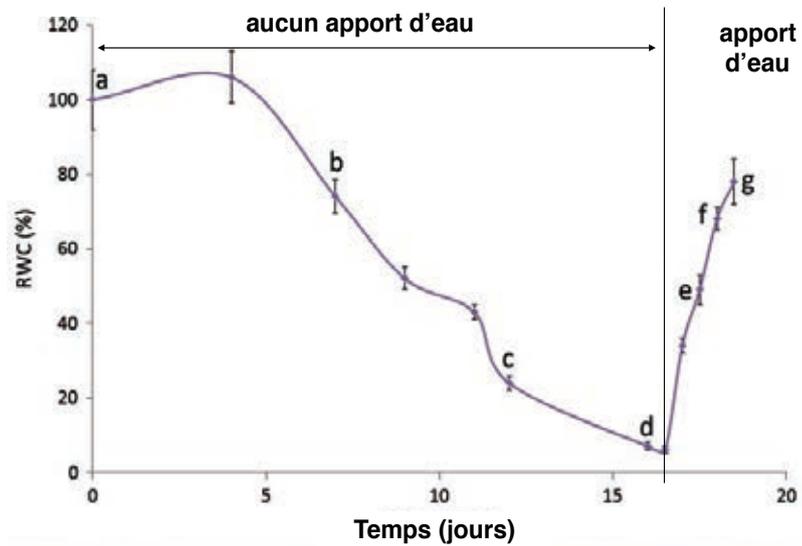


DOCUMENT. 23 : L'espoir des plantes reviviscentes.

Jill Farrant (prix de l'UNESCO pour les femmes scientifiques en 2012) : « si il ne pleut pas, tant pis, au moins les plantes ne mourront plus. Et au moment où il pleuvra enfin, alors, elles seront prêtes à renaître »

A : Les caractéristiques d'une plante reviviscente : *Xerophyta viscosa*

RWC : masse humide de la plante exprimée en % de la masse humide de référence lorsque la plante est hydratée au maximum



B- Quelques plantes transgéniques réalisées avec des gènes de plantes reviviscentes (il s'agit d'études en laboratoire, ces plantes ne sont pas commercialisées).

Gène	Plante d'origine	Plante transgénique	Caractéristiques phénotypiques des plantes transgéniques
CpHB7	<i>Crasterostigma plantagineum</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>	Germination plus rapide, augmentation du taux de croissance. Les jeunes germinations présentent une tolérance plus importante au stress hydrique, mais pas les plantes adultes.
CpMYB10	<i>Crasterostigma plantagineum</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Résistance plus importante au stress hydrique.
XvSAP1	<i>Xerophyta viscosa</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Résistance au stress hydrique et aux hautes températures.