

1ère Partie : Caractérisation de l'Aridité

1. Définition de l'aridité

Condition climatique marquée par une insuffisance des précipitations (les précipitations sont rares et irrégulières) avec une limitation au développement de la végétation potentielle correspondant aux conditions thermiques de la latitude considérée;

Le bilan évaporation- précipitation est toujours déficitaire

$$(P < E)$$

2. Mesures de l'aridité

2.1. Indices d'aridité

Mesurent le degré d'aridité d'un climat. Ils tiennent compte de la valeur des précipitations observées et de l'évapotranspiration potentielle dans un biotope semi-aride ou désertique.

2.1. Indice de De Martonne(1926)

$$I_{dm} = \frac{P}{T + 10} \longrightarrow \begin{array}{l} P = \text{précipitation moyenne annuelle (mm)} \\ T = \text{température moyenne mensuelle (}^\circ\text{C)} \end{array}$$

Quand P augmente, I augmente. Cet indice est d'autant plus élevé que le climat est humide et d'autant plus faible que le climat est sec. A partir de cet indice, De Martonne a proposé la classification des climats :

Classification des climats selon De Martonne (1926)

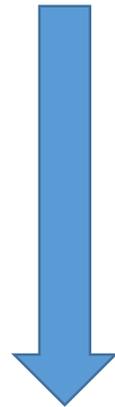
Quand P augmente, I augmente. Cet indice est d'autant plus élevé que le climat est humide et d'autant plus faible que le climat est sec.

$0 < I_m < 5$	Hyperaride
$5 < I < 10$	Aride
$10 < I < 20$	Semi aride
$20 < I < 30$	Semi humide
$30 < I < 55$	humide

Application

Oran : $P(\text{mm})=650$ et $T(^{\circ}\text{C})=18$

Biskra : $P(\text{mm})= 155$ et $T(^{\circ}\text{C})=24$



Classer le climat selon l'indice de De Martonne?

3.1. Indice de Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)

$$AI = \frac{P}{ETP}$$

P= précipitation moyenne annuelle mm (mm)

ETP= : évapotranspiration potentielle annuelle moyenne en mm.

I < 0,05 Hyperaride

0,05 < I < 0,20 Aride

0,21 < I < 0,50 Semi-aride

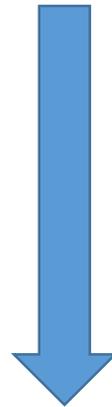
0,51 < I < 0,65 Sub-humide sec

I > 0,65 Sub-humide et humide

Application

Oran : $P(\text{mm})=650$ et $ETP(\text{mm})=1050$

Biskra : $P(\text{mm})= 155$ et $ETP(\text{mm})=1500$



Classer le climat selon l'indice de PNUE?

Indice de Lang (1920)

C'est le 1er indice qui a combiné entre la pluie et la T°.

$$I_L = \frac{P}{T}$$

P= précipitation moyenne annuelle exprimée en mm (P)

T= la température moyenne annuelle exprimée en degrés

Celsius (T)

0 < I_L < 20 climat aride

20 < I_L < 40 climat méditerranéen

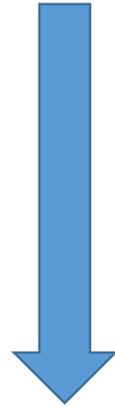
40 < I_L < 70 climat semi-humide

70 < I_L < 100 climat humide

Application

Oran : $P(\text{mm})=650$ et $T(^{\circ}\text{C})=18$

Biskra : $P(\text{mm})= 155$ et $T(^{\circ}\text{C})=24$



Classer le climat selon l'indice de *de Lang* (1920)?

Indice pluviométrique annuel (Moral, 1964)

$$Im = \frac{P}{T^2 - 10T + 200}$$

P= précipitation moyenne annuelle exprimée en mm (P)

T= la température moyenne annuelle exprimée en degrés Celsius (T)

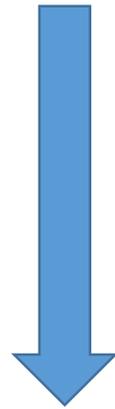
Im < 1 le climat est sec

Im > 1 le climat est humide

Application

Oran : $P(\text{mm})=650$ et $T(^{\circ}\text{C})=18$

Biskra : $P(\text{mm})= 155$ et $T(^{\circ}\text{C})=24$



Classer le climat selon l'indice de Moral (1964)?

2.2. Emberger, quotient pluviothermique *d'Emberger*

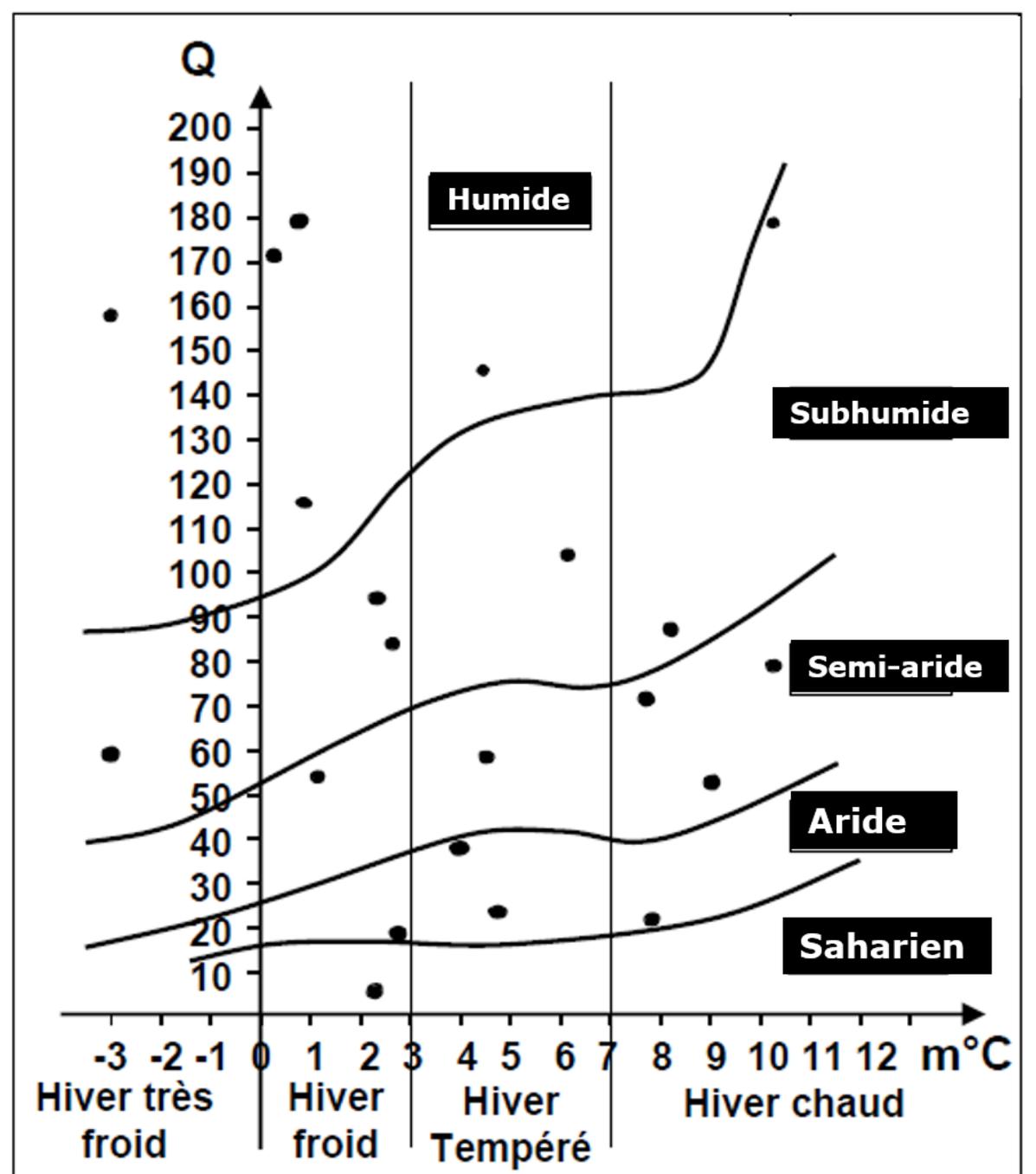
- Louis Emberger propose le calcul d'un Quotient, expression empirique de l'efficacité des pluies;
- Le quotient pluviométrique ou *indice climatique d'Emberger* sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne;

$$Q = \frac{2000p}{M^2 - m^2} \quad \text{ou} \quad Q = \frac{2p}{(M+m)(M-m)} * 1000 \quad \text{ou} \quad Q = \frac{3.65p}{M-m}$$

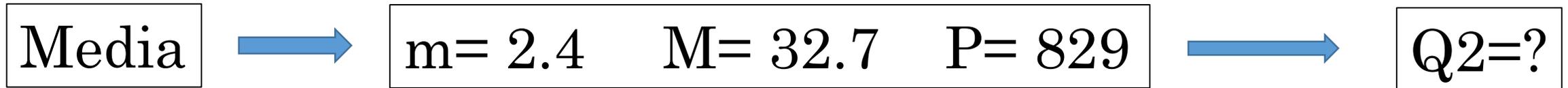
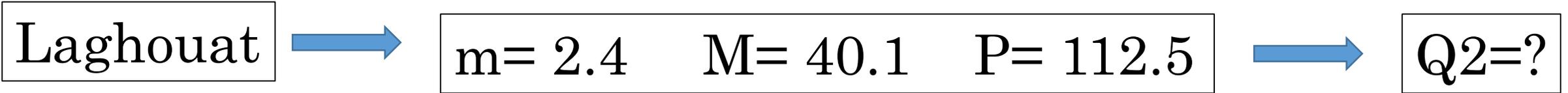
$T+273^\circ$ (Kalvin)

$T(C^\circ)$

- *P= précipitation annuelles (mm)*
- *M= la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud*
- *m= la moyenne des minima des températures du mois le plus froid de l'année $T+273^{\circ}$ Kelvin)*



Application



-Indice de Gaussen et Bagnouls (1952)= diagramme ombrothermique

-Il est connu pour sa simplicité et son efficacité.

Le diagramme ombrothermique représente les variations mensuelles sur une année des températures et des précipitations selon des graduations standardisées

Une graduation de l'échelle des précipitations correspond à deux graduations de l'échelle des températures

$$P = 2T$$

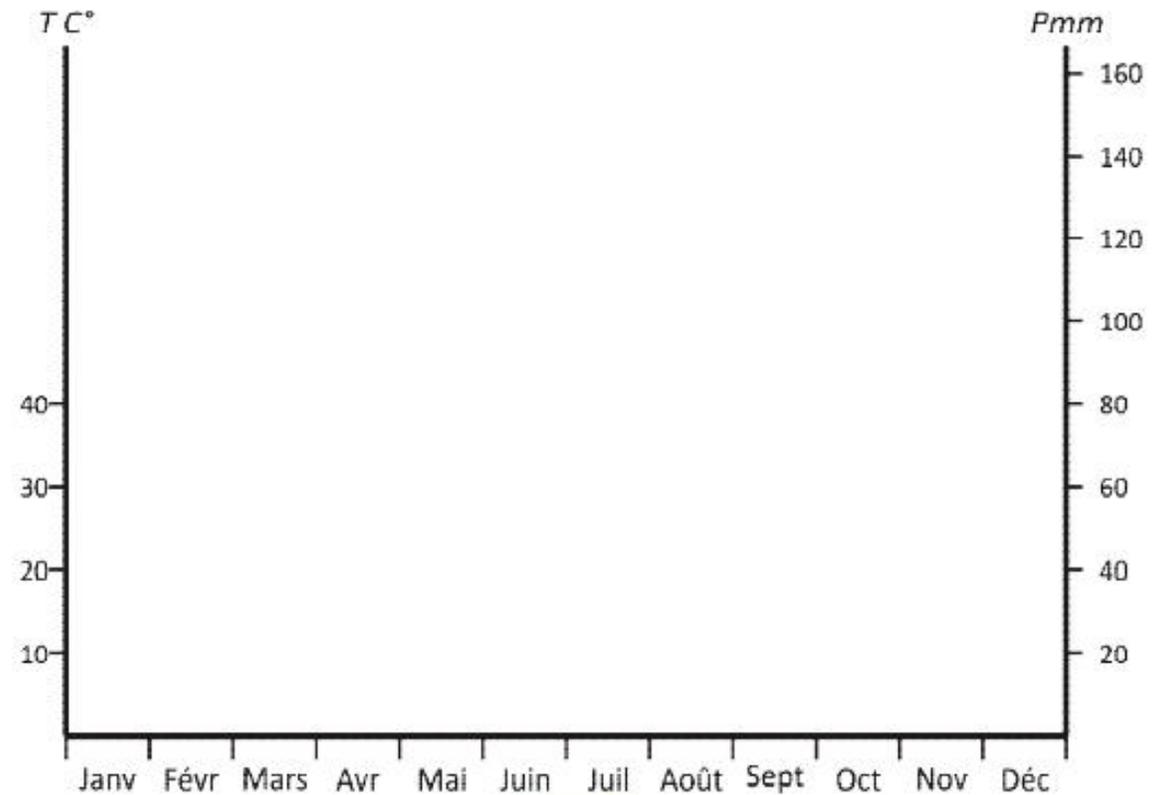
Il permet de mettre en évidence les périodes de sécheresses (représentées en jaune) définies par une courbe des précipitations (en bleu) se situant en dessous de la courbe des températures (en rouge). Il permet également de comparer facilement les climats de différents endroits surtout la pluviosité.

Application

- Les températures à gauche
- les précipitations à droite.
- Les mois en bas.

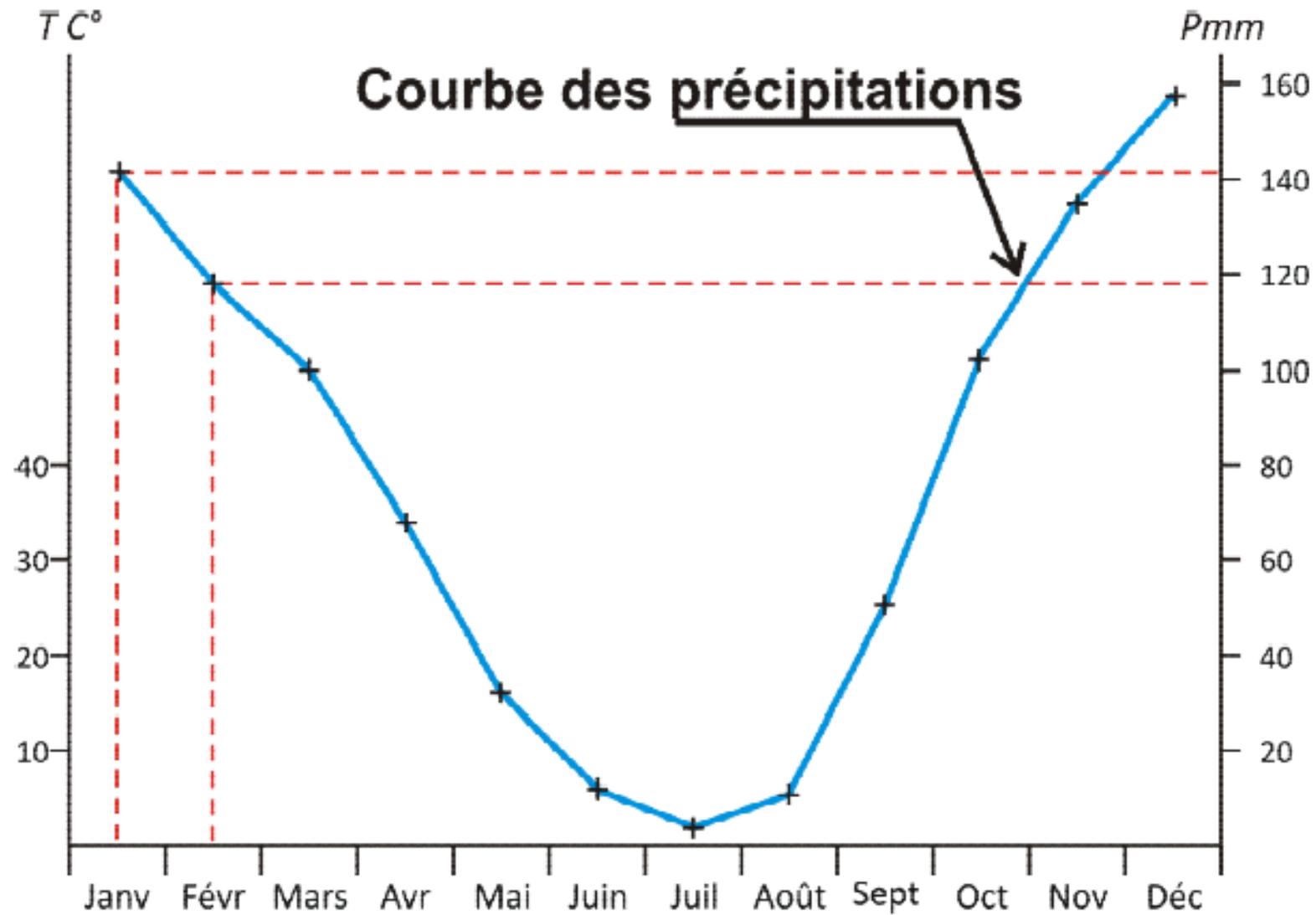
Températures

Précipitations

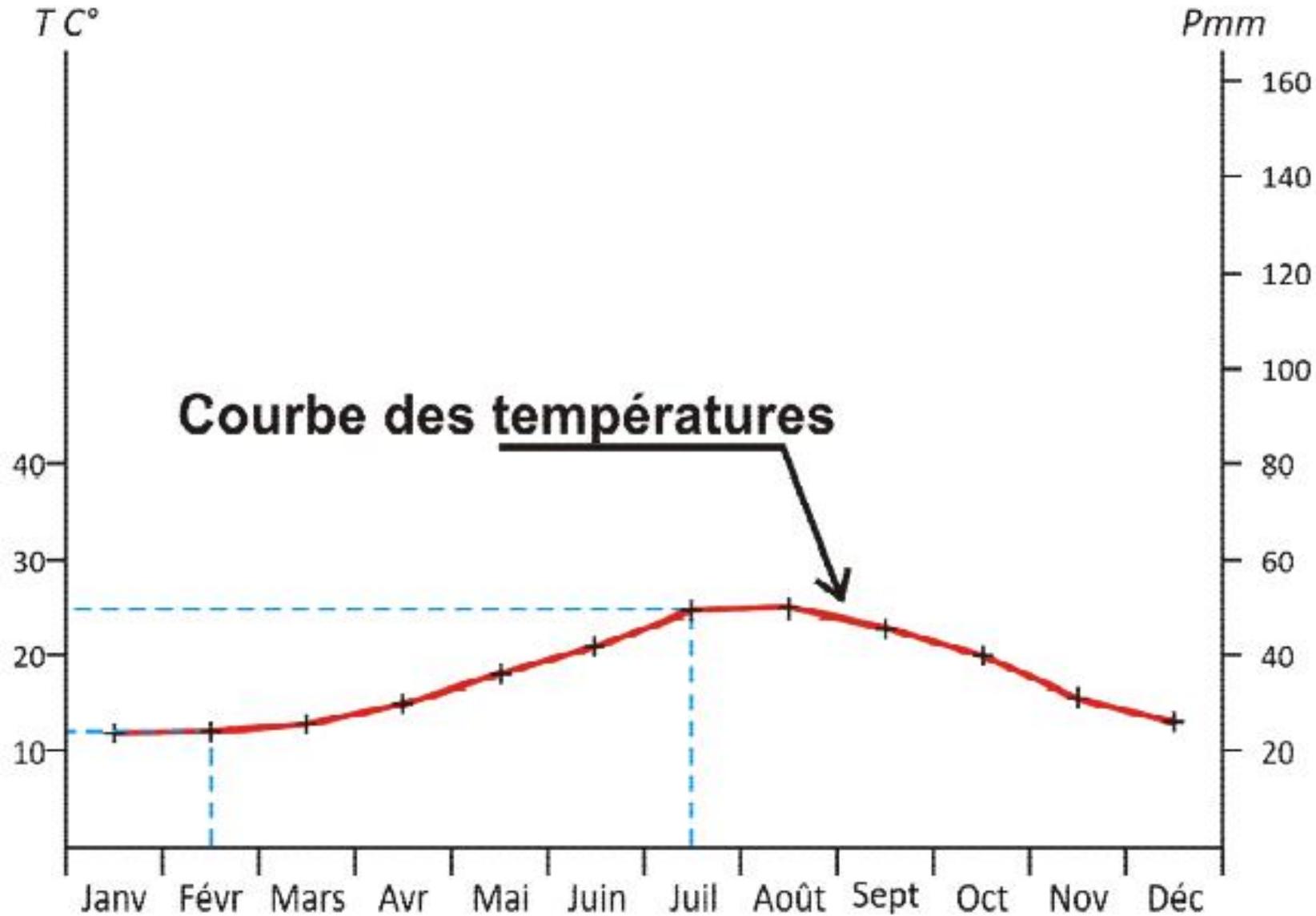


Mois

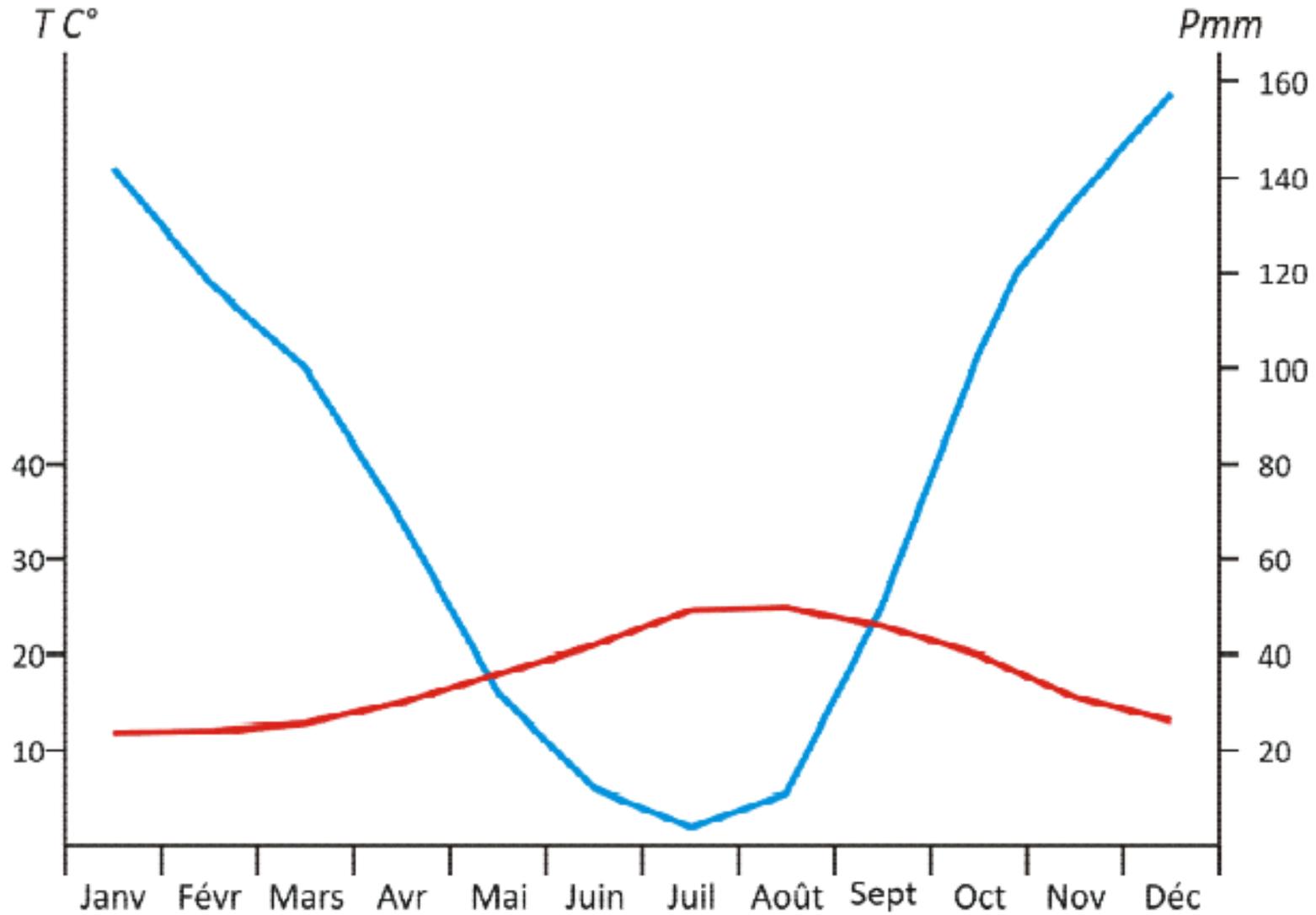
Étape 1: On trace la courbe des précipitations

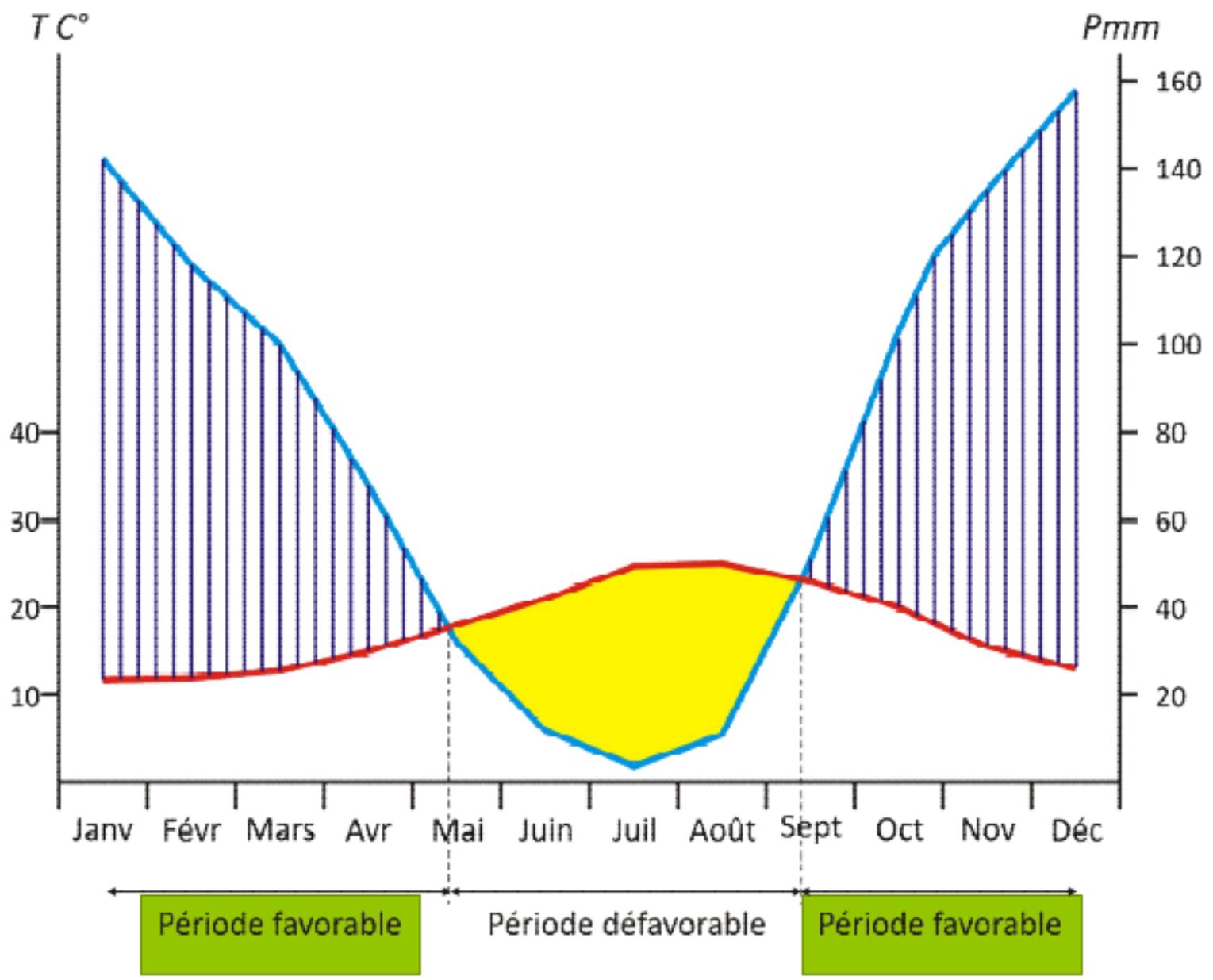


Étape 2: On trace la courbe des températures



Étape 3: On délimite la période défavorable et favorable





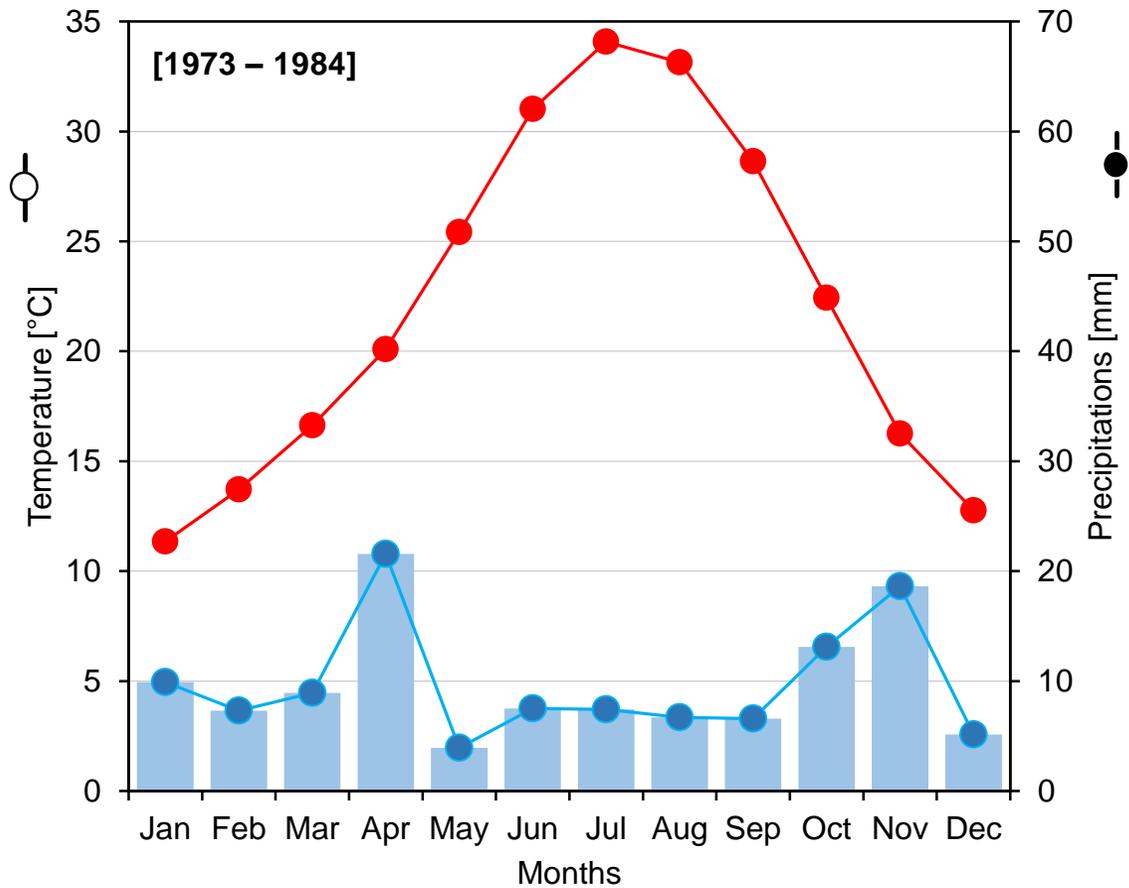


Figure diagramme ombrothermique de la ville de Biskra.

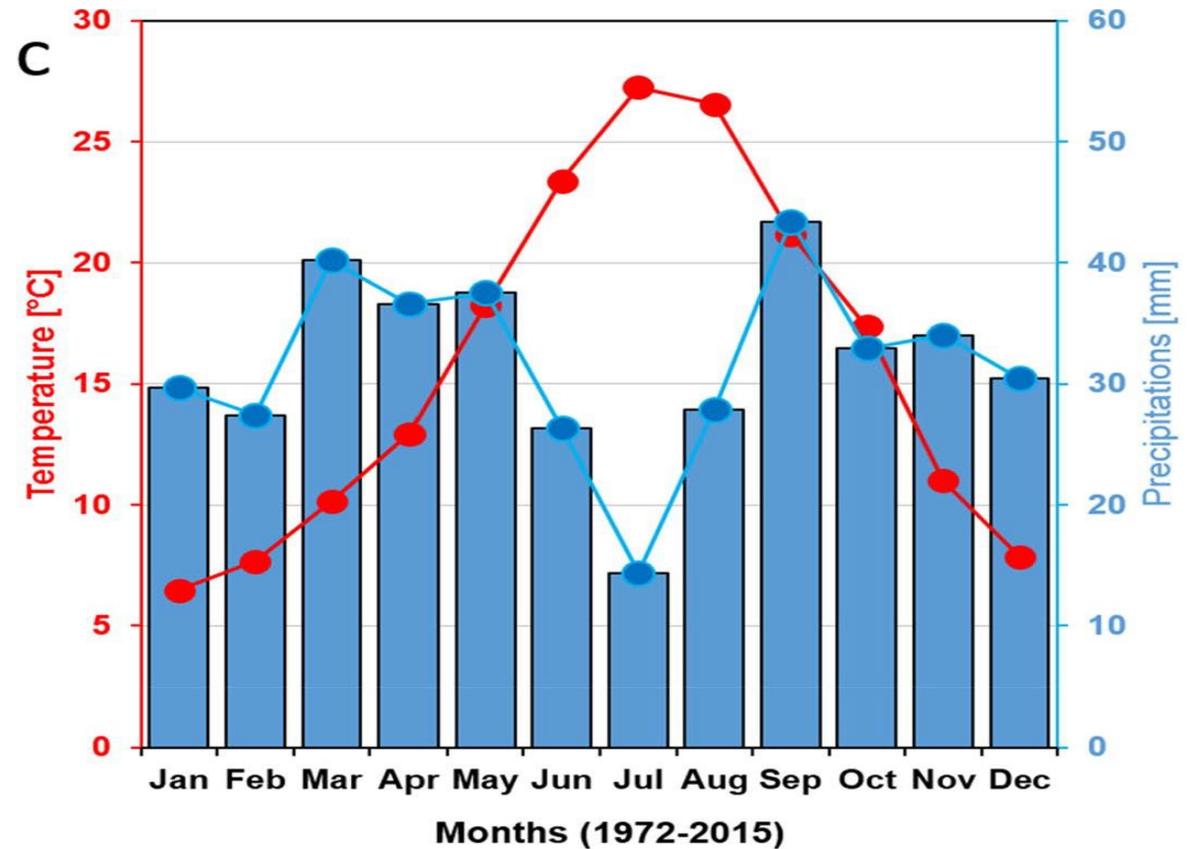
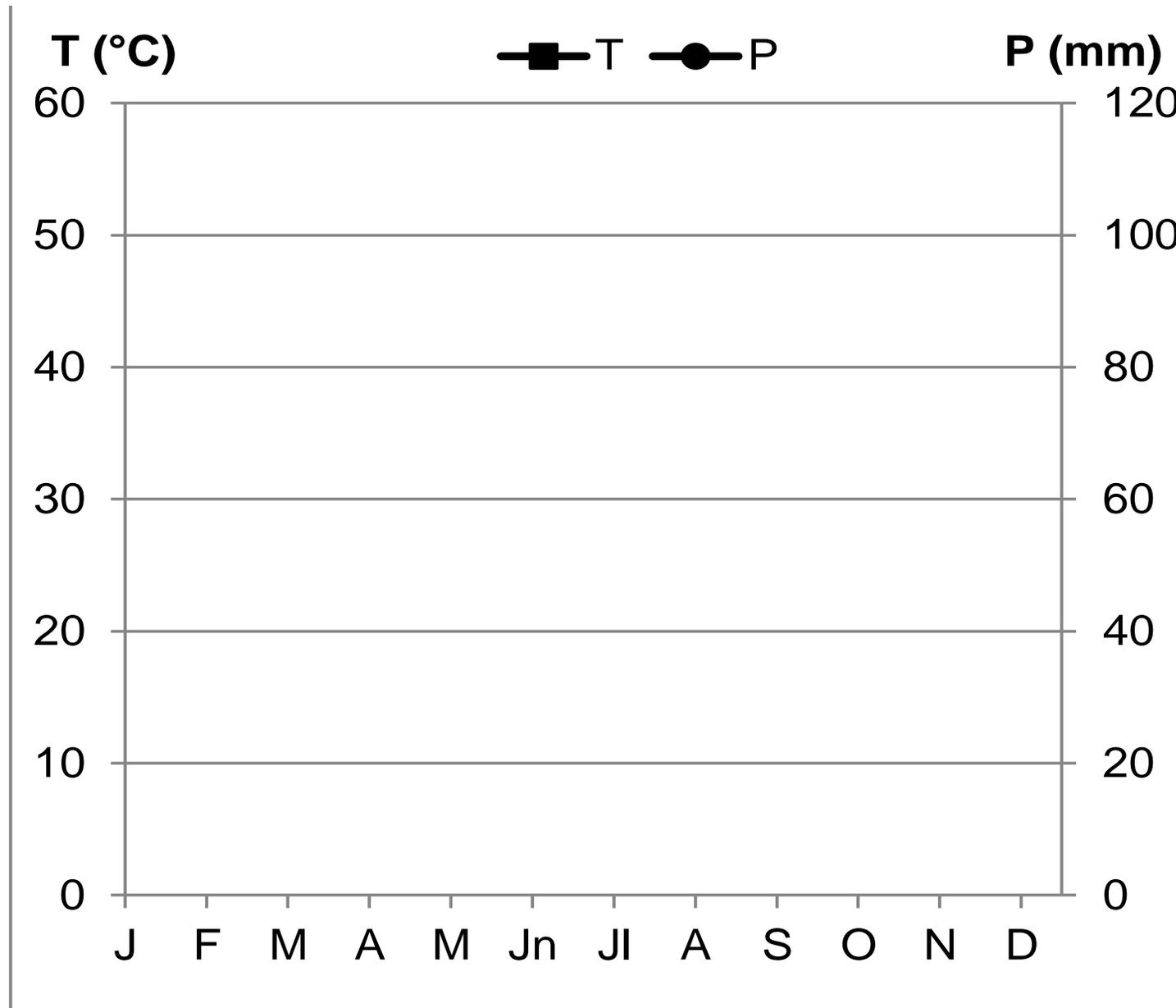


Figure diagramme ombrothermique de la ville de Tébessa.

Application

Tracez le diagramme ombrothermique en se basant sur les données ci-dessous:

Mois	J	F	M	A	M	JU	JUI	A	S	O	N	D
P(mm)	84	65	62	32	32	5	2	5	48	80	115	117
T(°C)	13.1	13.7	15	19	20	23	25	26.5	24	22	17	14.5



Indice xérothermique de Bagnouls et Gaussen (x)

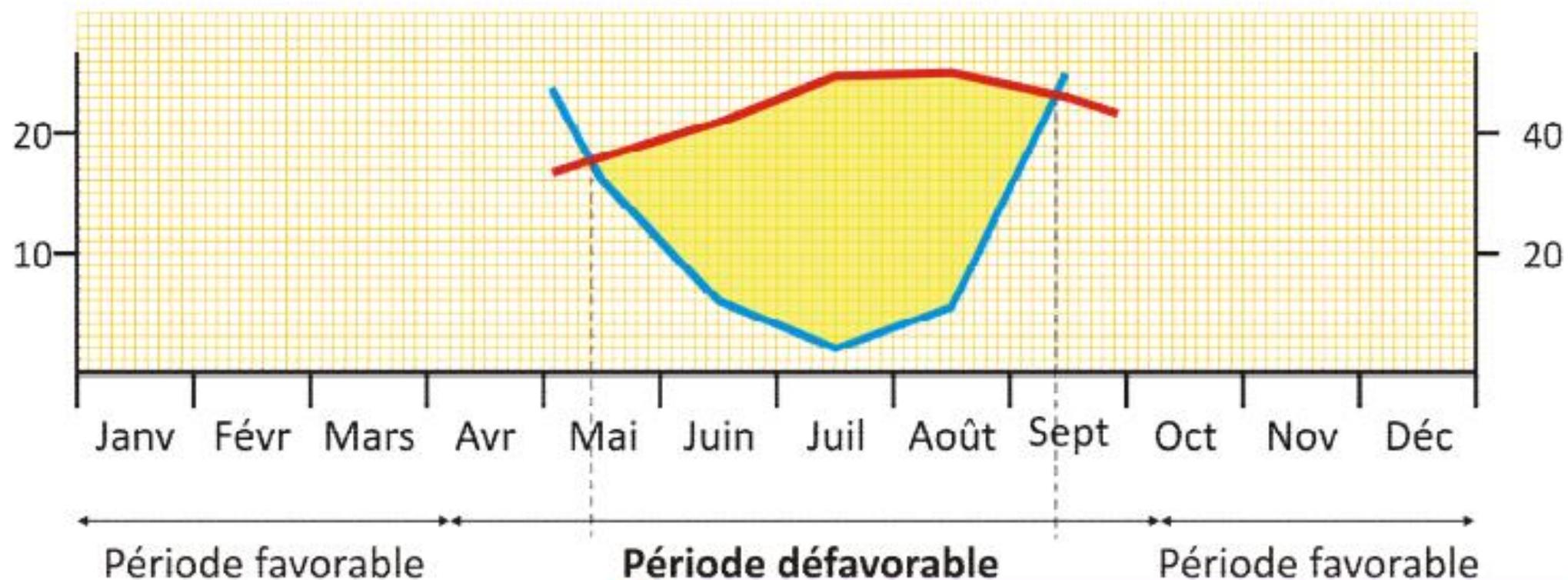
-Les travaux de G l'ont conduit à définir un **indice xérothermique** pour caractériser l'intensité de la sécheresse.

-Cet indice désigne le nombre de jours secs observés en moyenne au cours des mois secs de l'année = **nombre de jours biologiquement secs.**

On définit alors les climats sur la base de l'indice Xérothermique
X = nombre de jours secs

- $X > 300$: climat désertique
- $200 < X < 300$: climat subdésertique
- $150 < X < 200$: climat Xérothermo-euméditerranéen
- $100 < X < 150$: climat thermo-euméditerranéen
- $40 < X < 100$: climat méso-euméditerranéen
- $0 < X < 40$: climat subméditerranéen.

- Exemple :



122 jours → climat thermo-euméditerranéen

Définition de désert

Est un endroit dans lequel il ne pleut presque pas; les plantes sont y rares; il n'y a que des sables ou des cailloux; certains déserts sont couverts de glace, comme en Arctique.

- Un désert :absence de toute vie végétale.
- Un désert parfait (12 mois consécutifs sans pluie) est relativement rare, même au cœur du Sahara, se produisent des averses accompagnées d'une brève période de végétation.

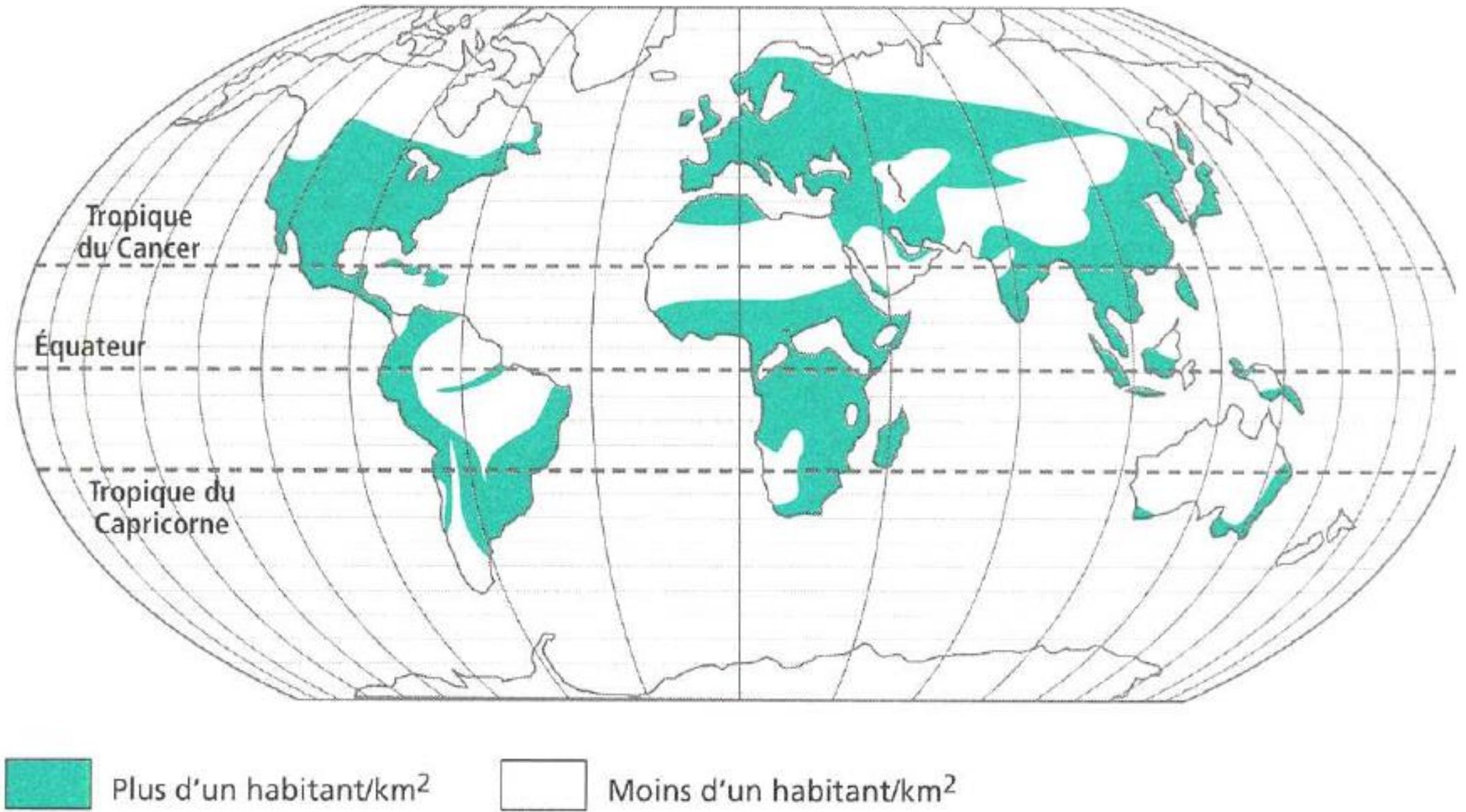


Figure. Densité de population dans le Sahara

Flore désertique

Les phytocoenoses végétales qui peuplent les déserts sont constituées de végétaux dénommés **éremophytes (xérophiles)** qui présentent une adaptation considérable à la sécheresse.

Faune désertique

Les animaux des déserts sont généralement adaptés à de hautes températures et présentent une résistance à la sécheresse permise par des adaptations écophysiologiques qui limitent la déperdition d'eau et recyclent l'eau des aliments.



Figure . Famille de Cactaceae



Figure . *Addax (Addax nasomacultus)*

3°) Typologie des déserts

3.2. Déserts zonaux

les déserts zonaux qui correspondent à un gradient de caractéristiques hyperarides (comme au centre du Sahara), arides et semi-arides (comme le semi-désert tropical de la région du Sahel);

3.2. Déserts côtiers

les déserts littoraux (désert du Namib, et d'Atacama sont des exemples typiques de ce type de zone désertique)

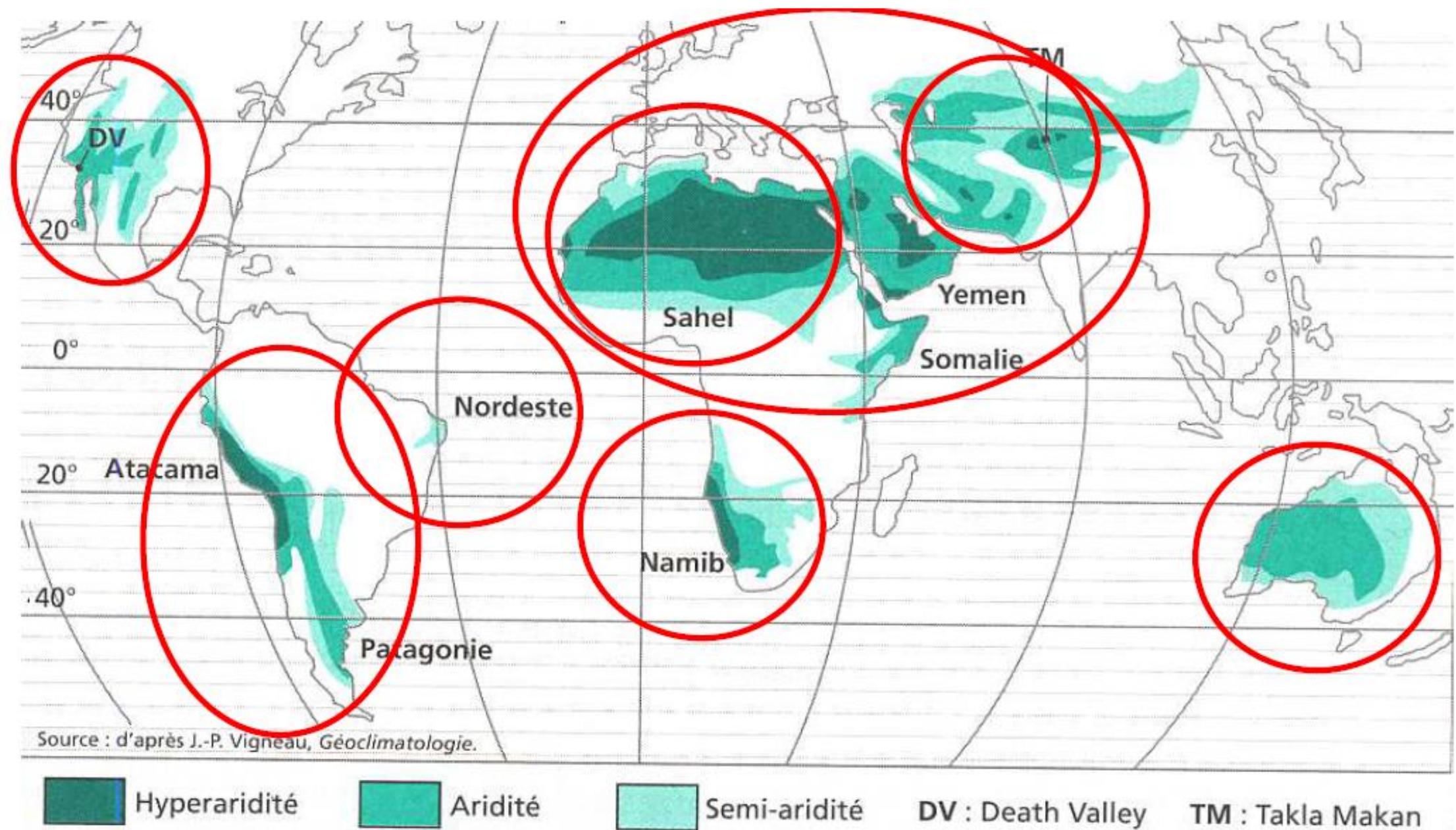


Figure. Extension d'aridité dans le monde.

3.3.Déserts continentaux

Déserts continentaux à hivers froids, situés à l'intérieur des continents, ils connaissent des amplitudes thermiques saisonnières et journalières très marquées : Altaï, Taklamakan, Gobi.

3.4. Déserts d'Abri

Ces types de déserts sont situés à l'abri des montagnes, ce qui a tendance à bloquer les dépressions qui arrivent de l'océan; désert de Sonora et Mojaves.



Figure 2 . Sahara de Sonora (Etats-unis)

Histoire des déserts

Si nous poursuivons le phénomène du désert sur de grandes distances, nous trouvons deux types principaux en grande étendue, ce sont : a) le désert rocheux, b) le désert de sable. Entre les deux nous trouvons souvent intercalé le désert caillouteux.

Variation climatique

Il n'existe pas de climat stable dans l'absolu mais seulement par référence à une échelle de temps déterminée, les climats ont constamment varié au cours de l'histoire terrestre, quoique à des vitesses différentes selon les périodes.

Les températures

Les températures extrêmes de la journée pouvant grimper jusqu'à 60°C, ainsi que l'amplitude de température pouvant atteindre 30°C entre le jour et la nuit contribuent entre autre à la formation du désert. En hiver, la température peut descendre jusqu'à -10°C durant la nuit.

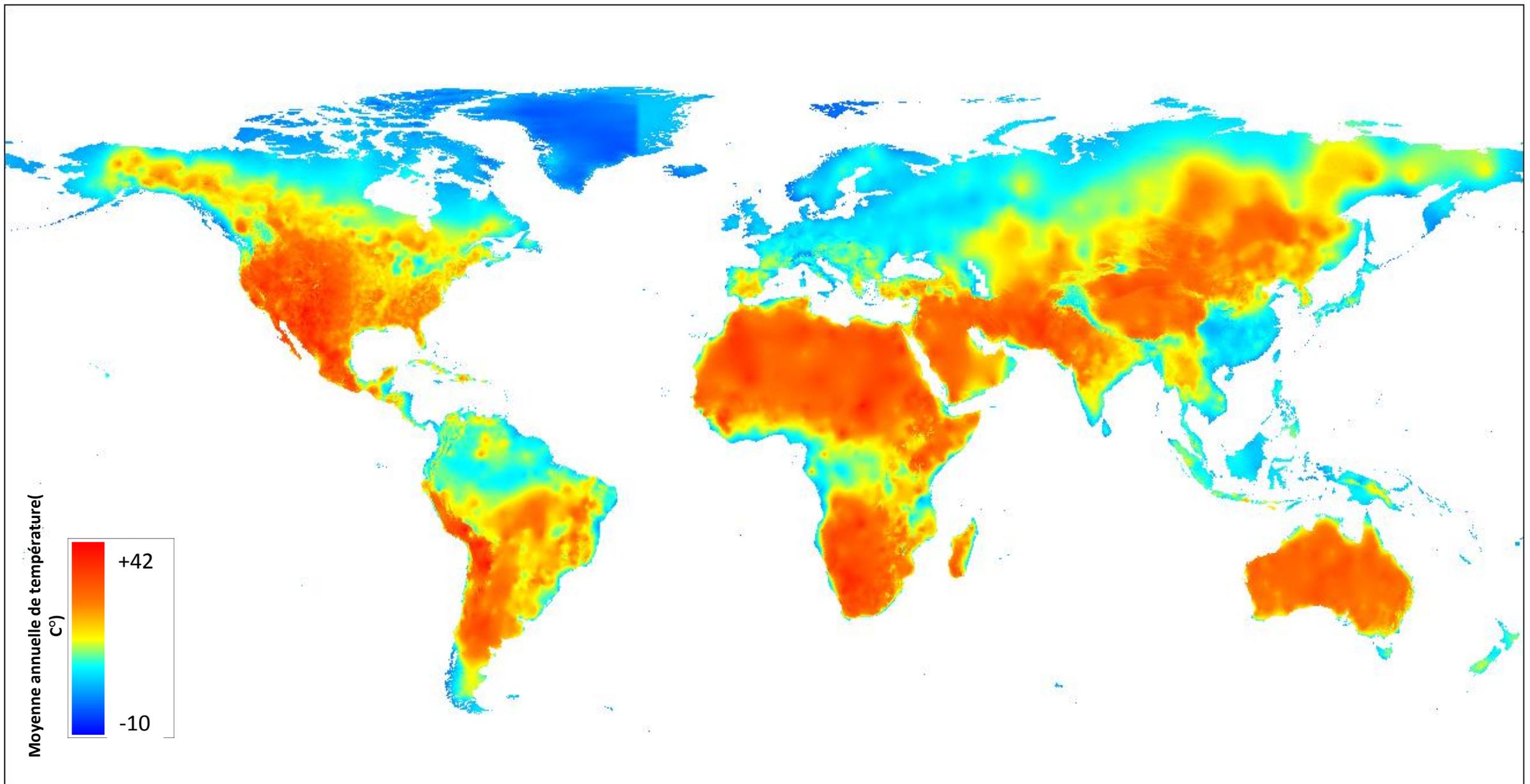


Figure . Répartition de la température à la surface des continents

Les précipitations

Les semi-déserts sont des écosystèmes dont les précipitations sont inférieures à 250 mm par an. Les déserts vrais ont des précipitations inférieures à 100 mm/an. Dans certaines régions, il tombe moins de 50 mm/an et les pluies sont en général occasionnelles, plusieurs années pouvant s'écouler sans aucune précipitation (déserts hyperarides).

Il existe même certains déserts où les pluies sont exceptionnelles, plusieurs décennies pouvant s'écouler sans aucune précipitation (désert de l'Atacama au Chili)

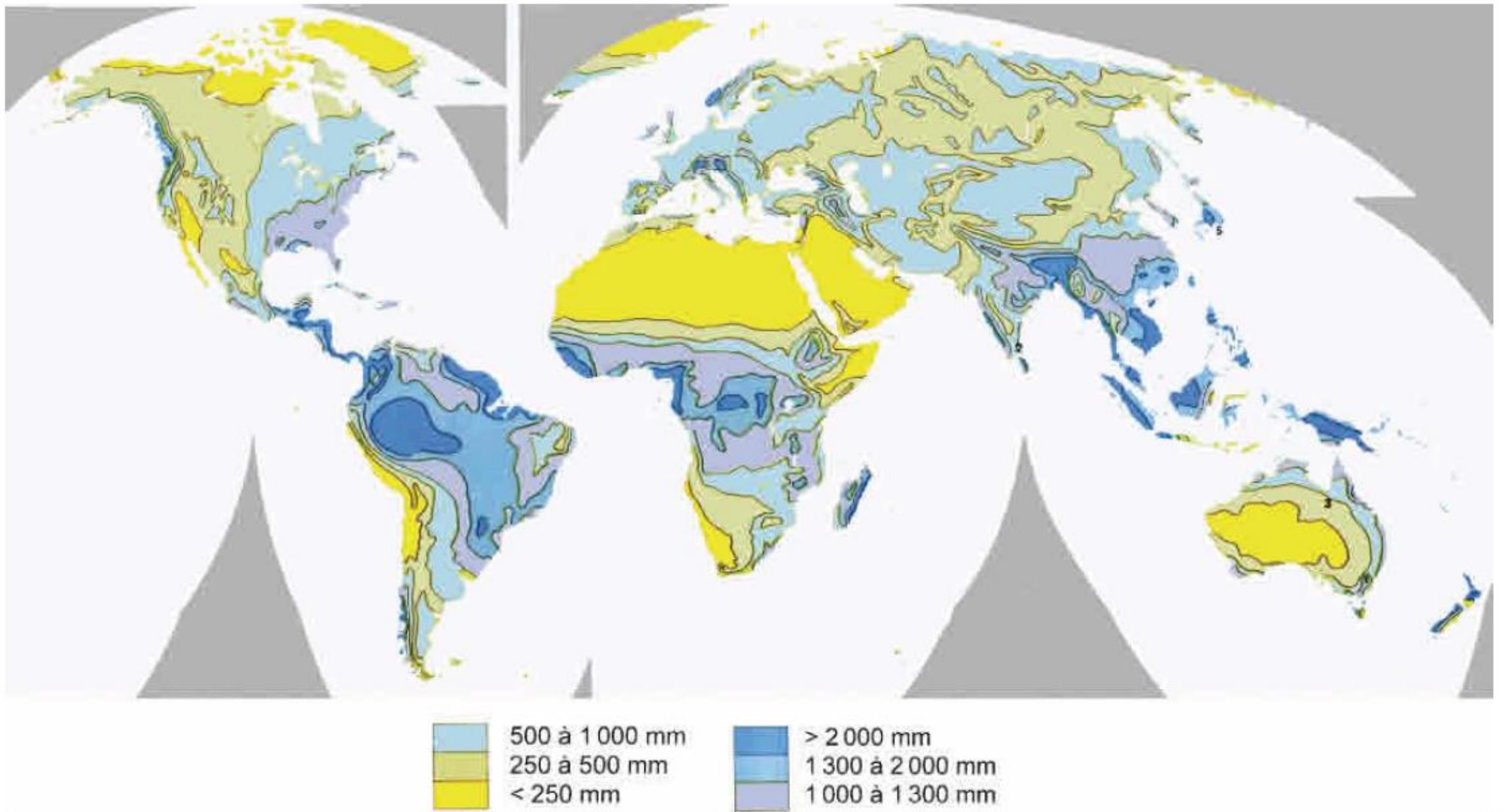


Figure . Répartition de la pluviométrie à la surface des continents

Evapotranspiration

Pour la végétation des déserts chauds, l'évapotranspiration potentielle (ET_p) est très importante en raison de la chaleur et l'ensoleillement. L'évapotranspiration est maximale dans les zones à climat aride.

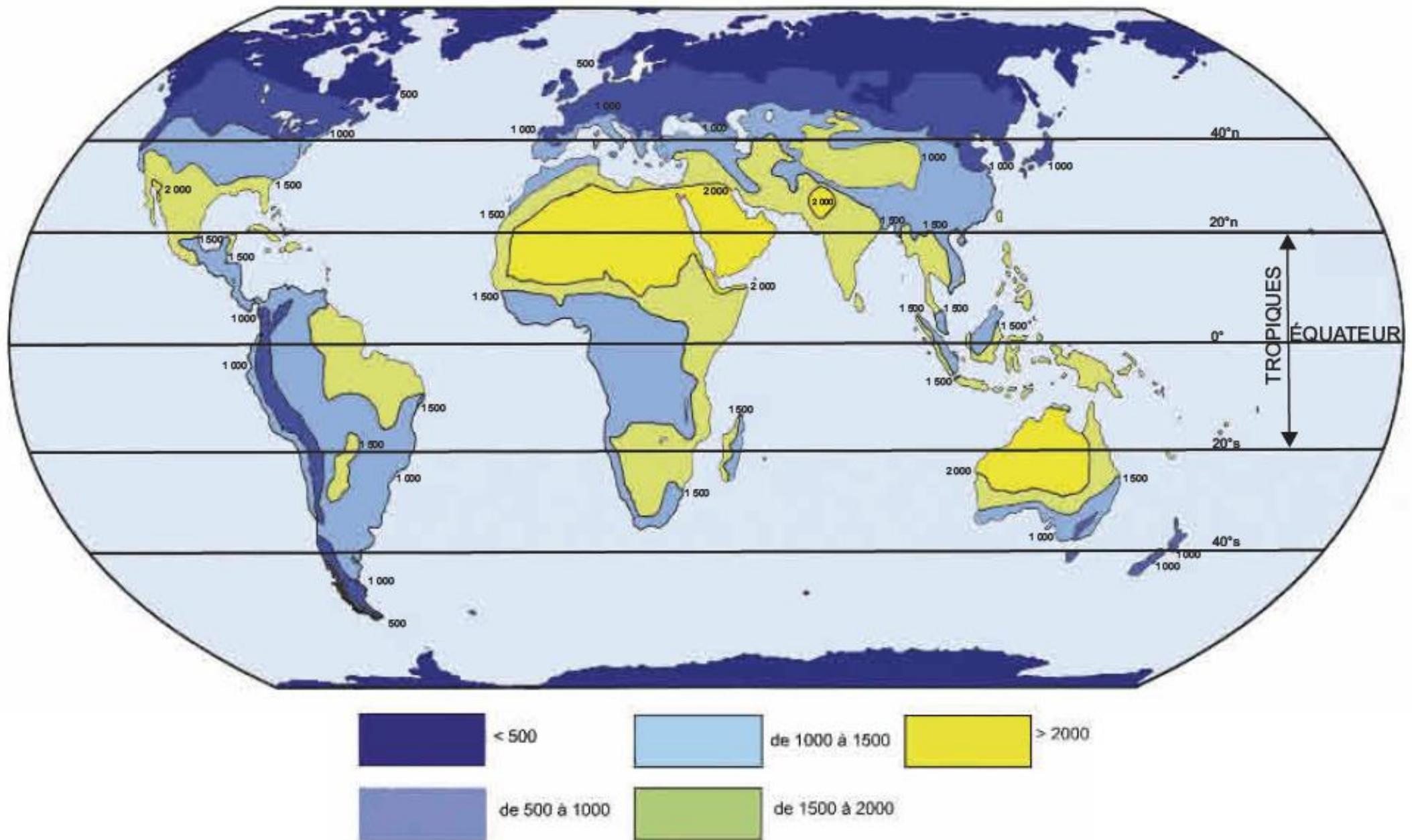


Figure . Distribution de l'évapotranspiration à la surface des continents

Ensoleillement

Ensoleillement mondial. Au Sahara, on enregistre de façon courante une durée moyenne effective d'insolation supérieure à 3 600 h par an, soit plus de 10 h par jour.

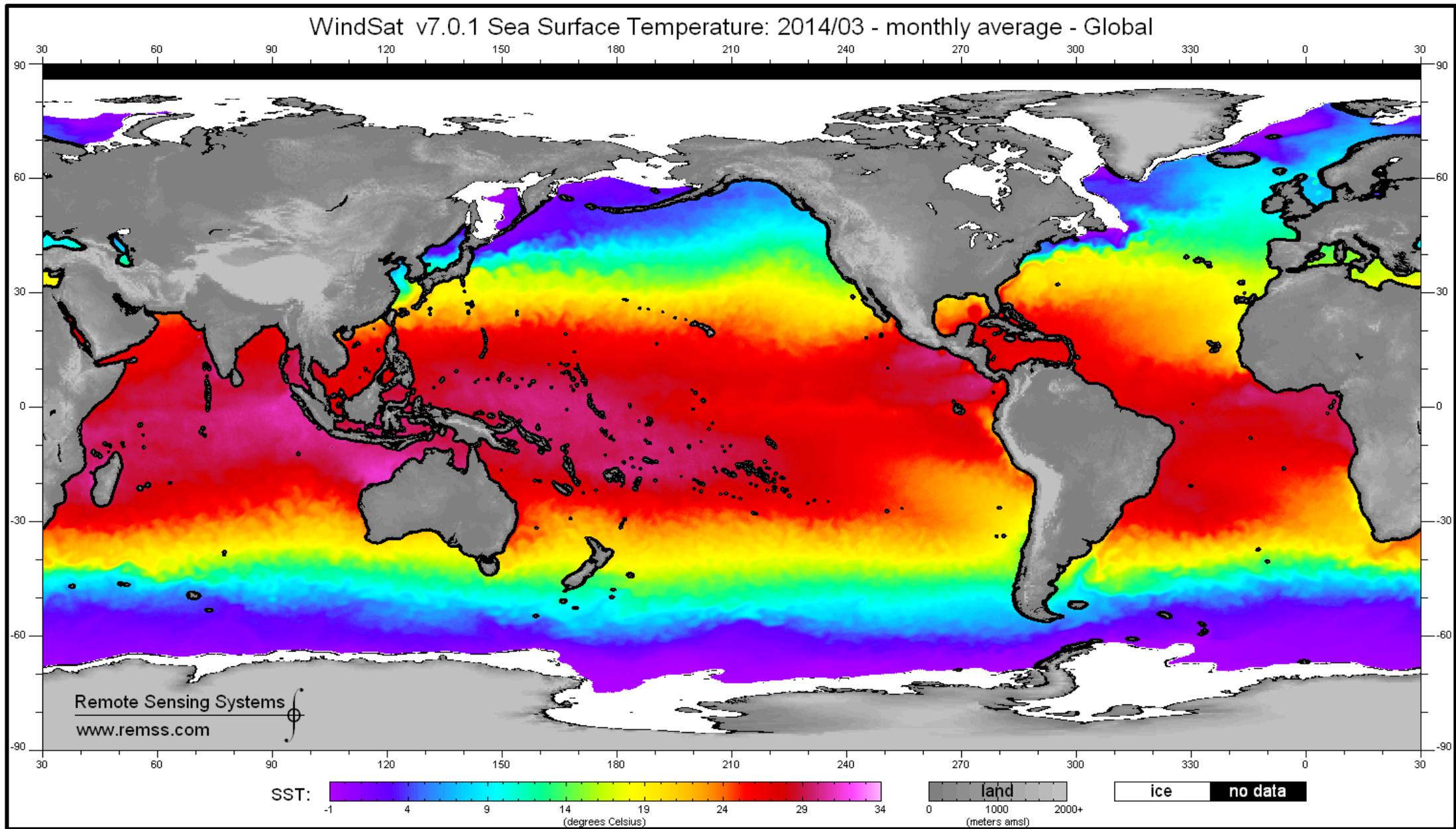


Figure . Répartition de la température à la surface des océan

Température annuelle moyenne (°C)

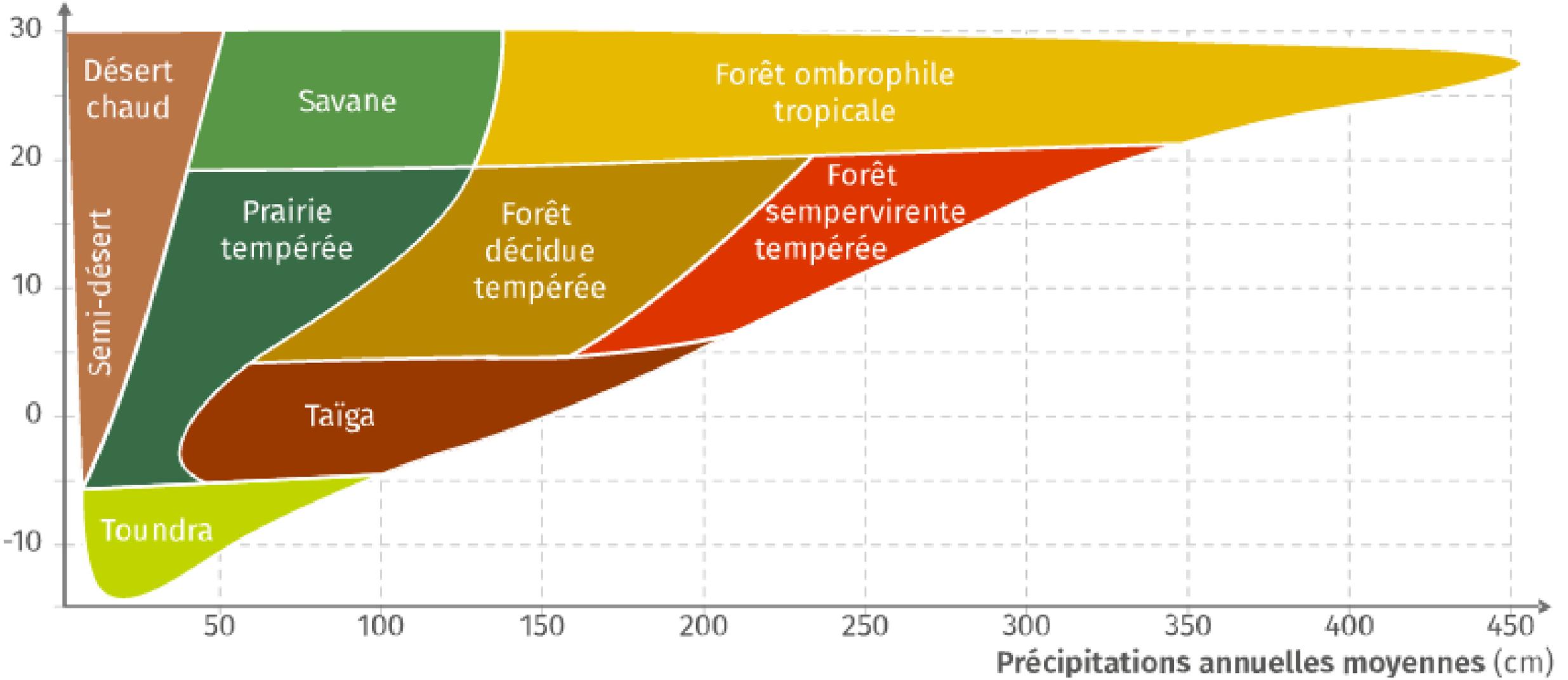


Figure. Répartition des grands écosystèmes terrestres en fonction de la température et des précipitations moyennes

Problème de sécheresse

La sécheresse est un épisode de manque d'eau plus ou moins long, mais suffisant pour que les sols et la flore soient affectés. Période de durée anormale sans précipitations.

Action anthropique

L'homme est présent au Sahara probablement depuis un ou deux millions d'années, il n'y guère laissé de traces même pour la période atérienne, entre 45000 et 20 000 and BP .

- Désertification;
- Ensablement
- Surexploitation des ressources steppiques par le surpâturage;
- Surexploitation des eaux souterraines;
- Déforestation;
- Eteints et disparition des espèces végétales et animales;
- Braconnage;

Pétroglyphe





Pétroglyphes

Les Modelés de désert

Si nous poursuivons le phénomène du désert sur de grandes distances, nous trouvons deux types principaux en grande étendue, ce sont : a) **le désert rocheux**, b) **le désert de sable**. Entre les deux nous trouvons souvent intercalé **le désert caillouteux**.

Les modelés rocheux (reg)

Déserts rocheux, aussi appelé hamada, consistent en de vastes étendues de roches. Elle est le plus souvent composée de calcaires lacustres ou de croûtes calcaires récentes.

Le nom « hamada » (ou "tous") vient de l'arabe et signifie "rocher", et il est utilisé pour décrire une région désertique dominée par un terrain rocheux et un manque de sol, proviens d'anciens dépôts alluvionnaires

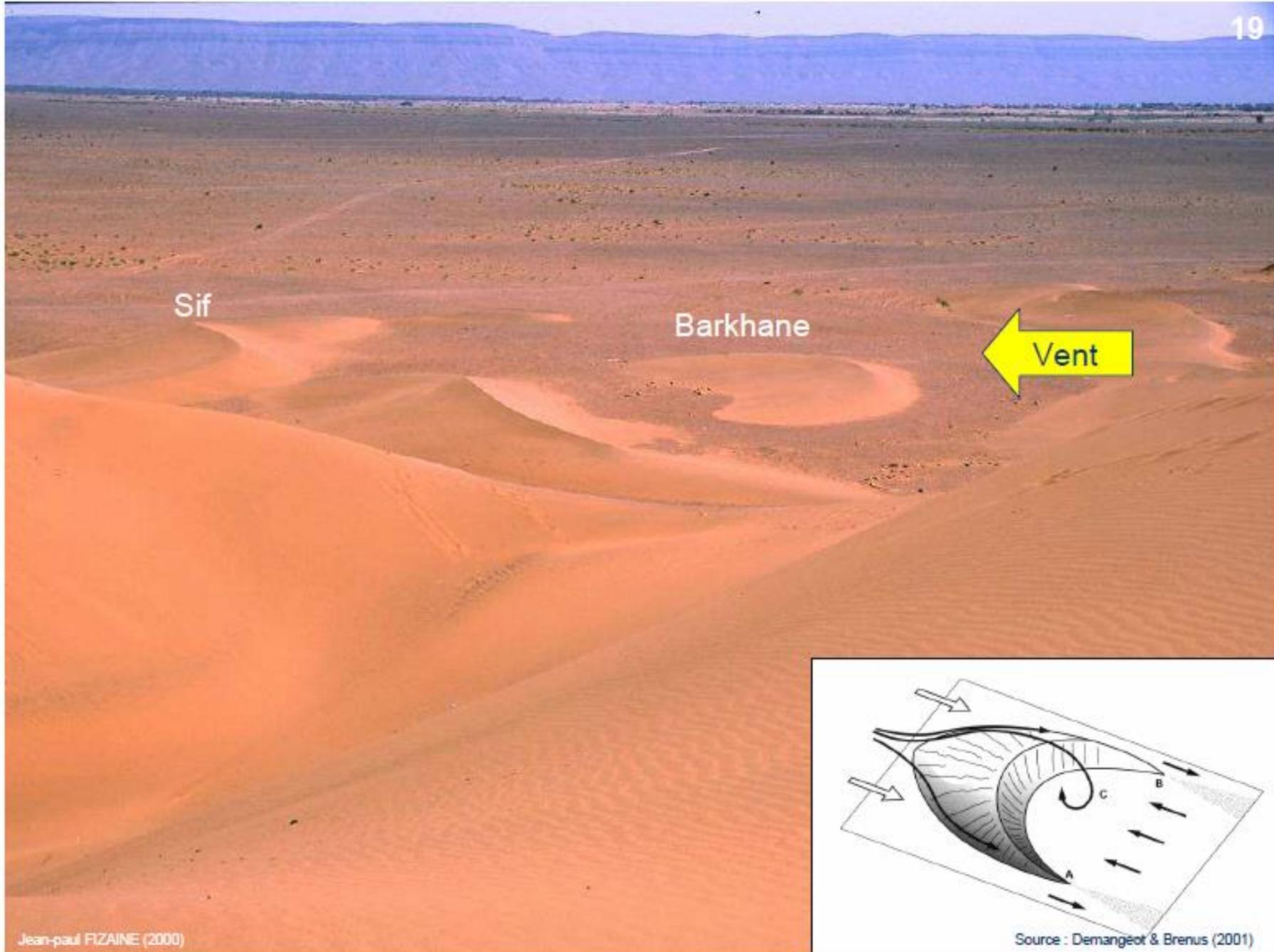


Figure. figure représente Hamada

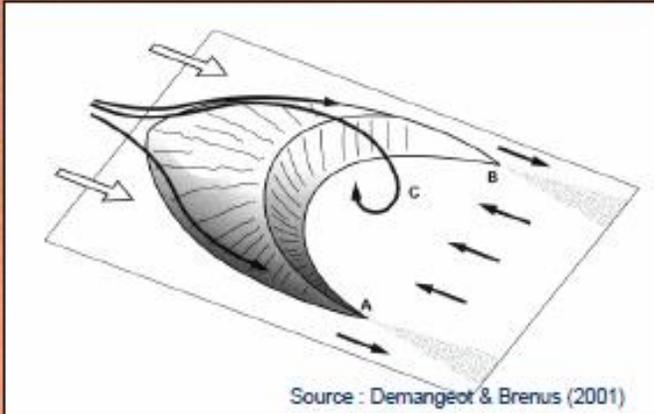


Les modelés dunaire (Erg)

Terme originaire du Sahara qui désigne un type de formation géomorphologique propre aux déserts chauds, constitué par des étendues de sable vif qui s'accumulent dans des dépressions couvertes d'immenses champs de dunes actives : le Grand erg oriental couvre aux confins du Sud algérien et tunisien une surface proche de 200 000 km

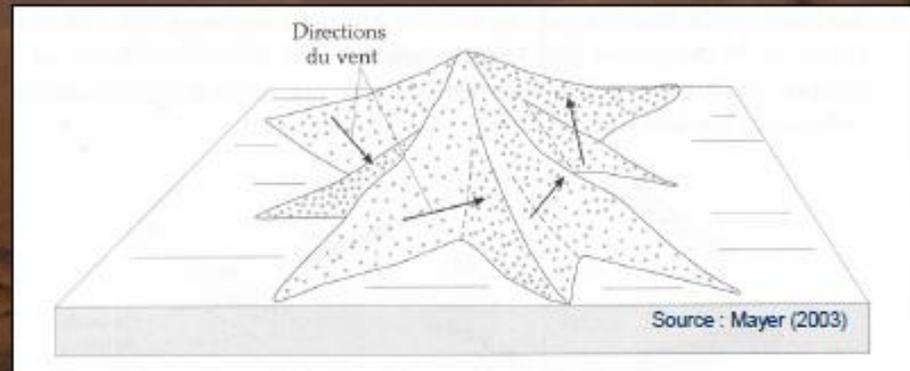


Jean-paul FIZAINE (2000)



Ghourd

Sif



Le réseau hydrographique

Réseau constitue par l'ensemble des affluents d'un cours d'eau principal. Dans certains cas, il peut exister une communication entre deux réseaux hydrologiques. Les oueds dans le Sahara sont temporaires aucune des oueds sahariens ne rejoint la mer, ils ont l'aire aujourd'hui de se perdre dans le désert (Chott melghrir, lac de Tchad).

3ème Partie : Adaptation du vivant

1) Adaptation des végétations

**Les causes de répartition
géographique**

```
graph TD; A[Les causes de répartition géographique] --> B[Facteurs internes]; A --> C[Facteurs externes];
```

Facteurs internes

Facteurs externes

Les facteurs internes

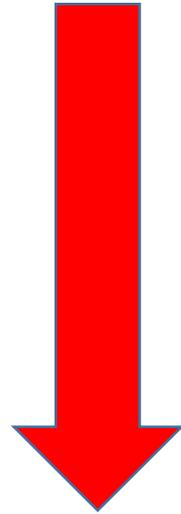
A- Les potentialités intrinsèques : (la capacité de propagation).

➤ **B- l'amplitude écologique (valence écologique)**

➤ **C- Les aptitudes évolutives.**

A- Les potentialités intrinsèques

Capacité de propagation

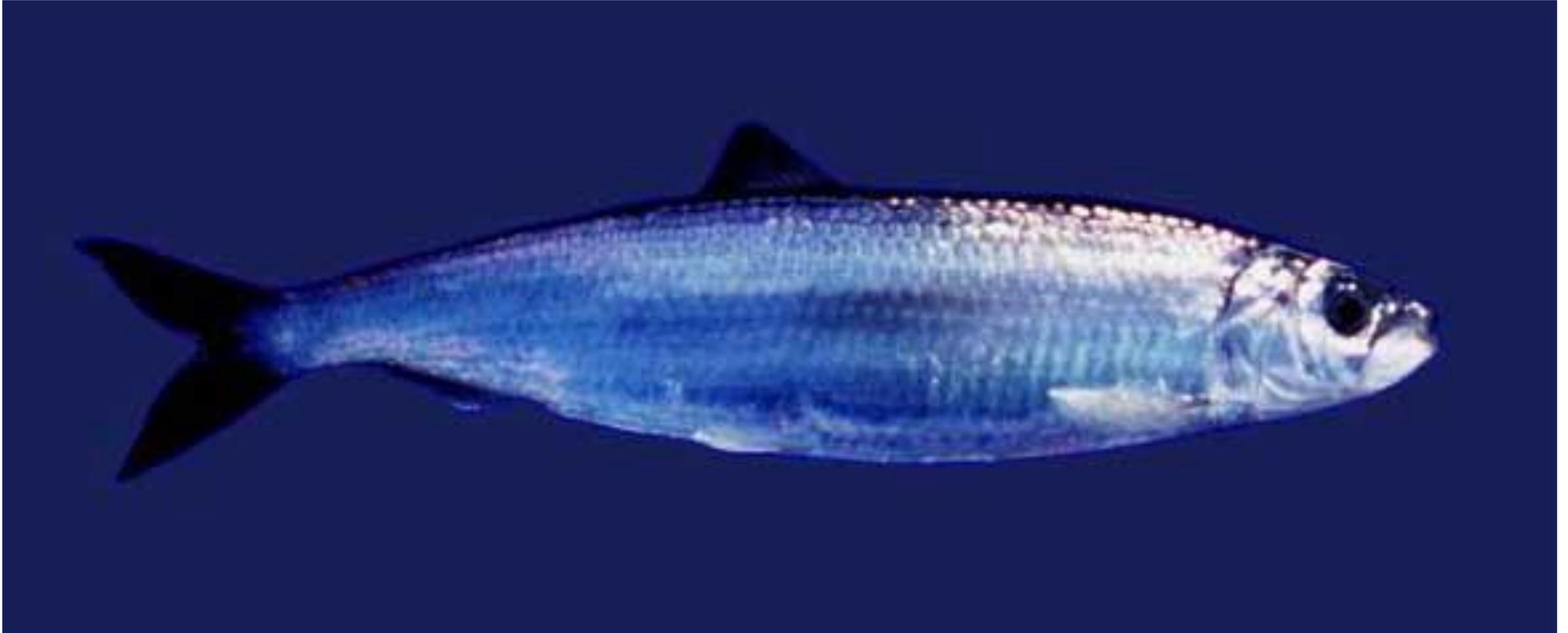


Potentiel de reproduction + pouvoir de dissémination
(1) (2)

(1) Les potentialités reproductrices

Les potentialités reproductrices s'expriment à travers son taux de fécondité traduisant son aptitude à produire des individus nouveaux directement (mammifères) ou indirectement (œufs, graines, spores) en un temps donné et dans les conditions d'environnement supposées optimales (Théorie).

Le Hareng



Exp1 : poisson : le hareng : plusieurs millions d'œufs /an, alors qu'un mammifère donne un seul petit (baleine , singe)

Orchidée

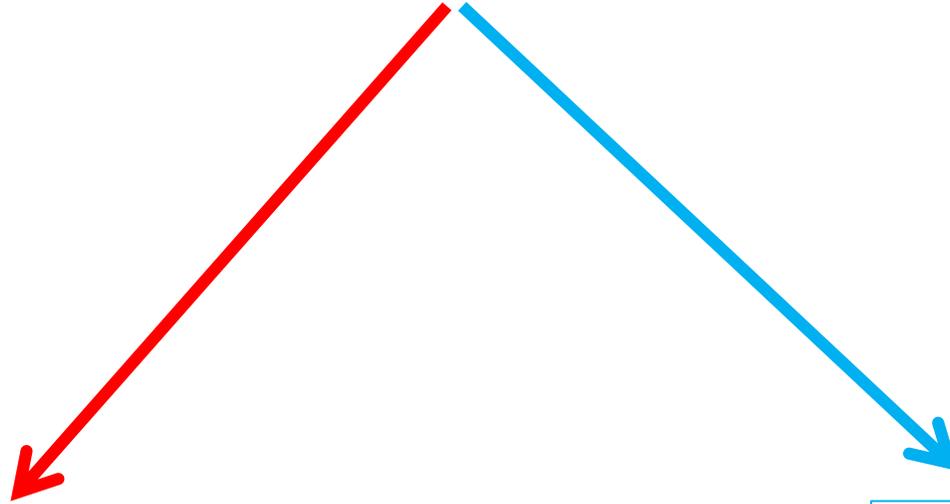


Exp2 -Les Orchidées donnent une dizaine de milliers de graines microscopiques.

(2) Dissémination

C'est la faculté qu'ont les organismes eux même, ou certains de leurs éléments (graines) de se déplacer ou d'être dispersées à des distances plus ou moins importantes.

La dissémination



Active

**Nage, marche, vol,
saut**

Passive

**Facteur externe: eau ,
vent, l'homme**

l'anémochorie

Dissémination par le vent (organismes petits ,insectes: ,algues ,bactéries) ou dotés de dispositifs particuliers tels les diaspores ailées (pin, coton), plumeuses ou à aigrette, plantes roulantes comme les plantes steppiques.

l'hydrochorie

Dissémination moins efficace que celle par le vent : espèces flottantes empêchant l'eau de pénétrer, supportant la salinité exp. le noix de coco.

Zoochorie

Dispersion des graines par les animaux, cas de l'ornithochorie .il ya l'endozoochorie et l'ectozoochorie

Endozoochorie; Phénomène de coévolution par lequel les graines d'une espèce végétale doivent obligatoirement être absorbées par voie buccale par un vertébré et transiter dans son tube digestif afin de pouvoir germer.

Ectozoochorie: Phénomène de dispersion des graines par attachement à la surface du corps d'un animale.

Barochorie

Phénomène par lequel diverses familles de plantes dispersent leurs graines par gravité.

Anthropochorie

Dispersion active due à l'action de l'Homme des graines produites par certaines espèces végétales.

B- L'amplitude écologique= Valence écologique

L'amplitude écologique d'une espèce représente sa capacité à supporter les variations plus ou moins grandes d'un facteur écologique. Elle représente la capacité à coloniser ou à peupler un biotope donné.

Loi de tolérance (intervalle de tolérance) Énoncée par Shelford en 1911

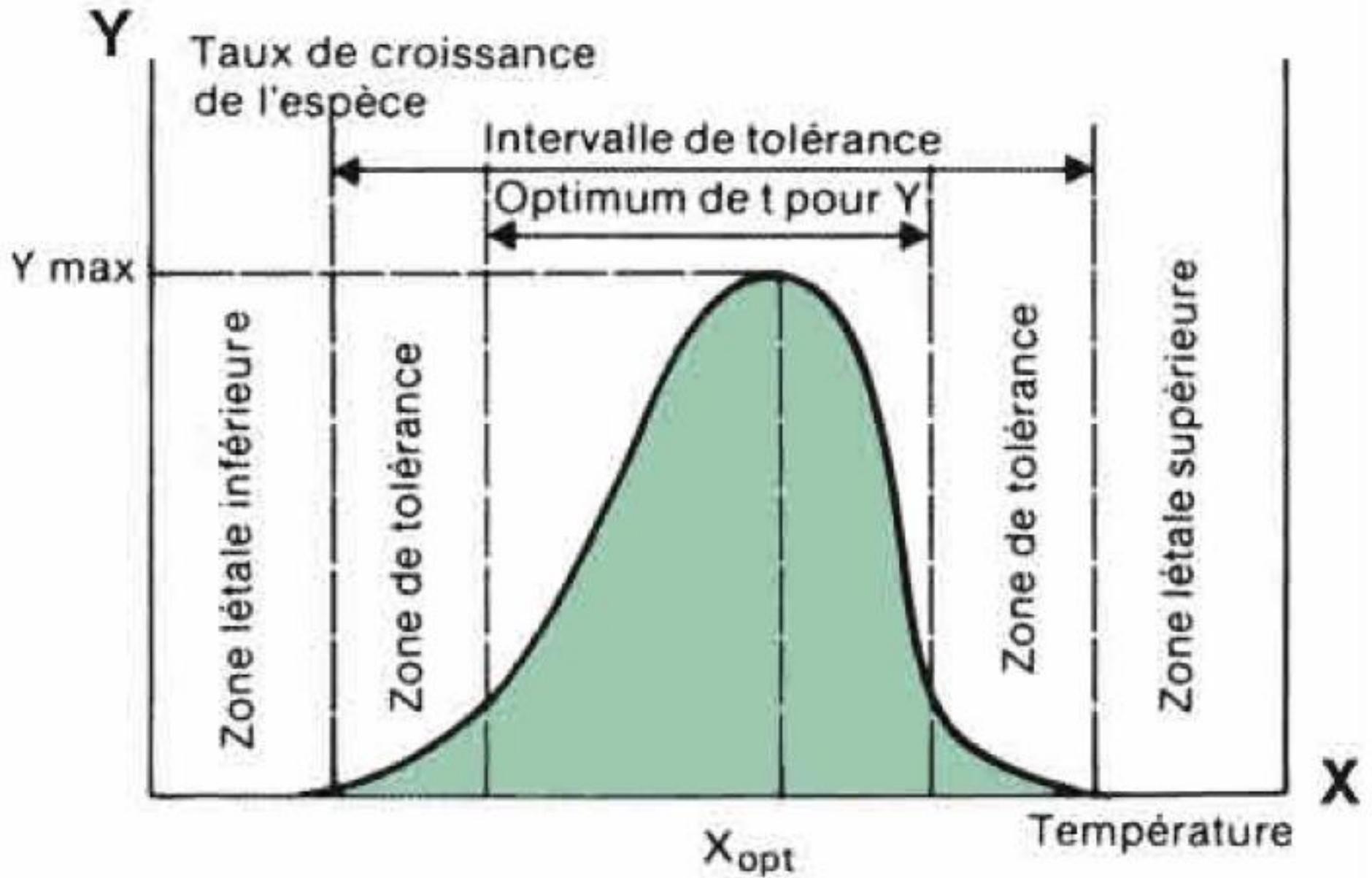
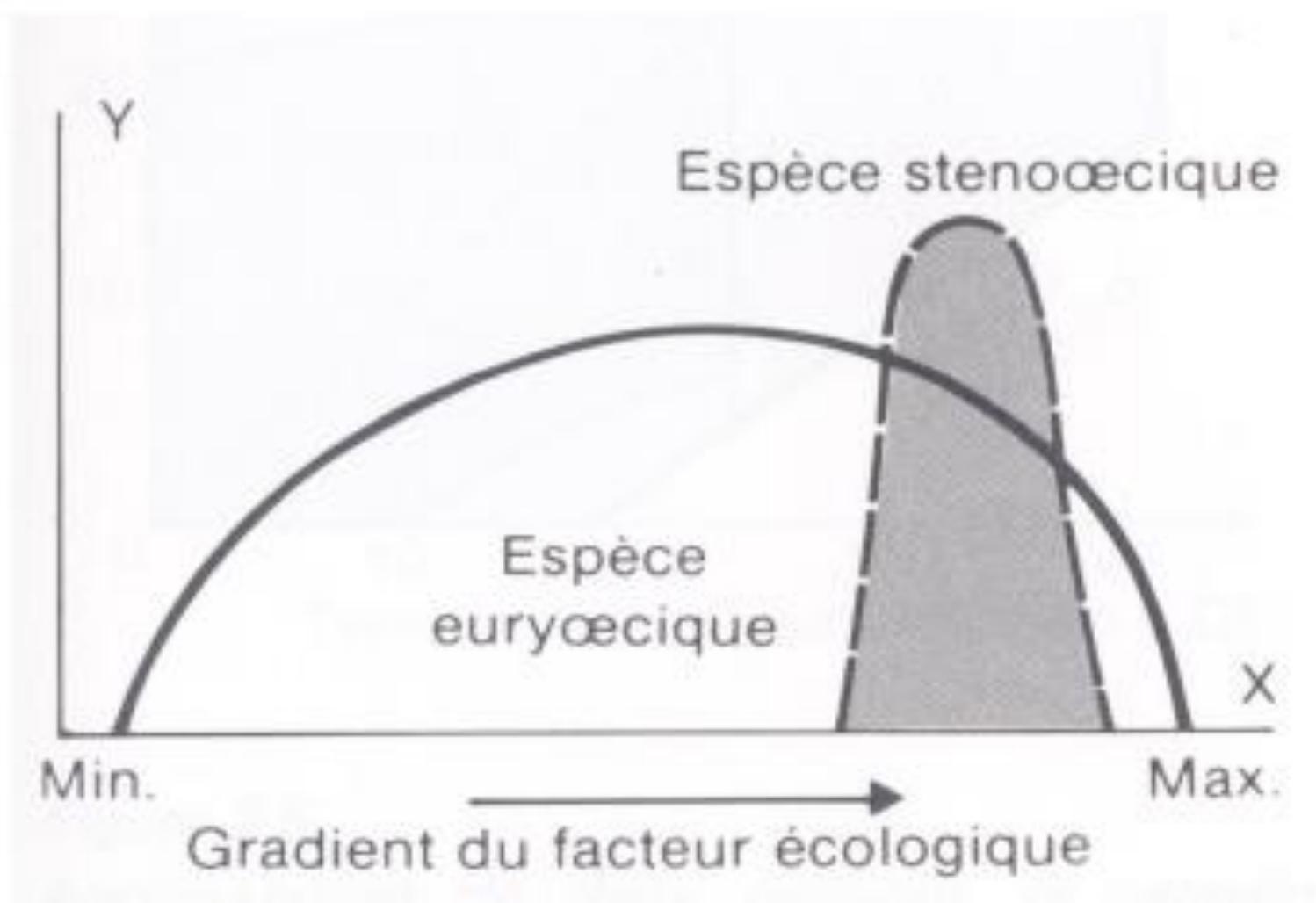


Figure. Représentation graphique de la loi de tolérance de Shelford



*Ramade F. 1994. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale.
Ediscience International, Paris*

1- Espèce eurytherme: *Pinus sylvestris* : -45°C - 30°C

2- Espèce sténotherme : *Trematomus* sp : -2°C à 2°C



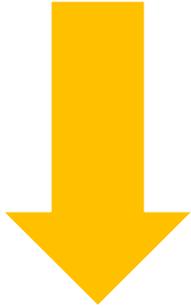
Pinus sylvestris



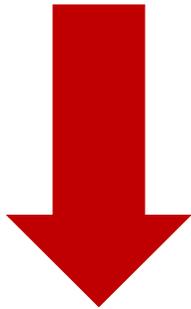
Trematomus hansonii

C-Les aptitudes évolutives (Potentiel évolutif)

Effet des facteurs écologiques



organismes non passifs (Réaction)



Il y a 3 degrés

1-Acclimatation

2-Accomodat

3- Ecotype

1-Acclimatation

Changement graduel et réversible de physiologie observe en réaction a des modifications environnementales qui permettent aux êtres vivants de maintenir constantes et à une valeur optimale leurs conditions internes face à un changement du milieu ambiant. Introduction d'espèces végétales ou animales dans des zones éloignées de leur aire biogéographique d'origine.

Elle concerne le plus souvent les facteurs abiotiques comme l'adaptation aux variations de température, de salinité, du taux d'oxygène, de l'éclairement, etc (**EXP: l'accoutumance à l'altitude (homme) (Plaine / montagne)/ Polyglobulie**)

ALTITUDE	PRESSION ATMOSPHERIQUE	%O ₂ DISPONIBLE
0 m	760 mm Hg	100 %
1000 m	675 mm Hg	90 %
2000 m	600 mm Hg	80 %
3000 m	525 mm Hg	70 %
4000 m	460 mm Hg	60 %
5000 m	405 mm Hg	50 %
6000 m	355 mm Hg	45 %
7000 m	310 mm Hg	40 %
8000 m	265 mm Hg	35 %
9000 m	230 mm Hg	30 %

2-Accomodat (L'accommodation ou adaptation phénotypique)

L'accommodation désigne l'adaptation d'un être vivant à un changement durable de son environnement qui se produit au cours de sa vie (**développent des caractères non héréditaires**)

L'accommodation peut produire des changements spectaculaires, comme la modification de la forme de la feuille des plantes aquatiques qui poussent au sec.

Ainsi, à l'automne, la pousse d'une toison fournie, et généralement de couleur blanche, permet aux mammifères de mieux résister au froid et de passer inaperçu dans la neige.

De même, en raison de l'altitude, certaines plantes de grande taille et au port dressé peuvent redevenir naines et rampantes.

3. Ecotype

= des modifications phénotypiques et génotypiques, donc héréditaires

Les écotypes sont généralement **des variétés** ou **sous espèces**

Sous-espèce engendrée par la sélection au sein d'un habitat particulier et s'étant adaptée génétiquement à cet habitat

2- Les facteurs externes

Le développement de l'aire de chaque taxon se trouve tôt ou tard **limité** par l'intervention d'un ou de plusieurs facteurs **défavorables** du milieu constituant un obstacle à la poursuite de son expansion.

C'est pour cela que la majorité des taxons sauf favorisés par l'homme présentent à la surface du globe une **aire réelle** située **en deçà** de leur **aire potentielle**.

Les principaux facteurs extrinsèques

- *Géographiques* : montagne, plateau, plaine.
- *Climatique* : conditions climatiques ou hydriques défavorables.
- *Géologique=édaphique* : rencontre d'un substrat (roche mère) ou d'un sol incompatible avec l'implantation de l'espèce.
- *Biotique* : apparition de parasites ou prédateurs ,compétition .

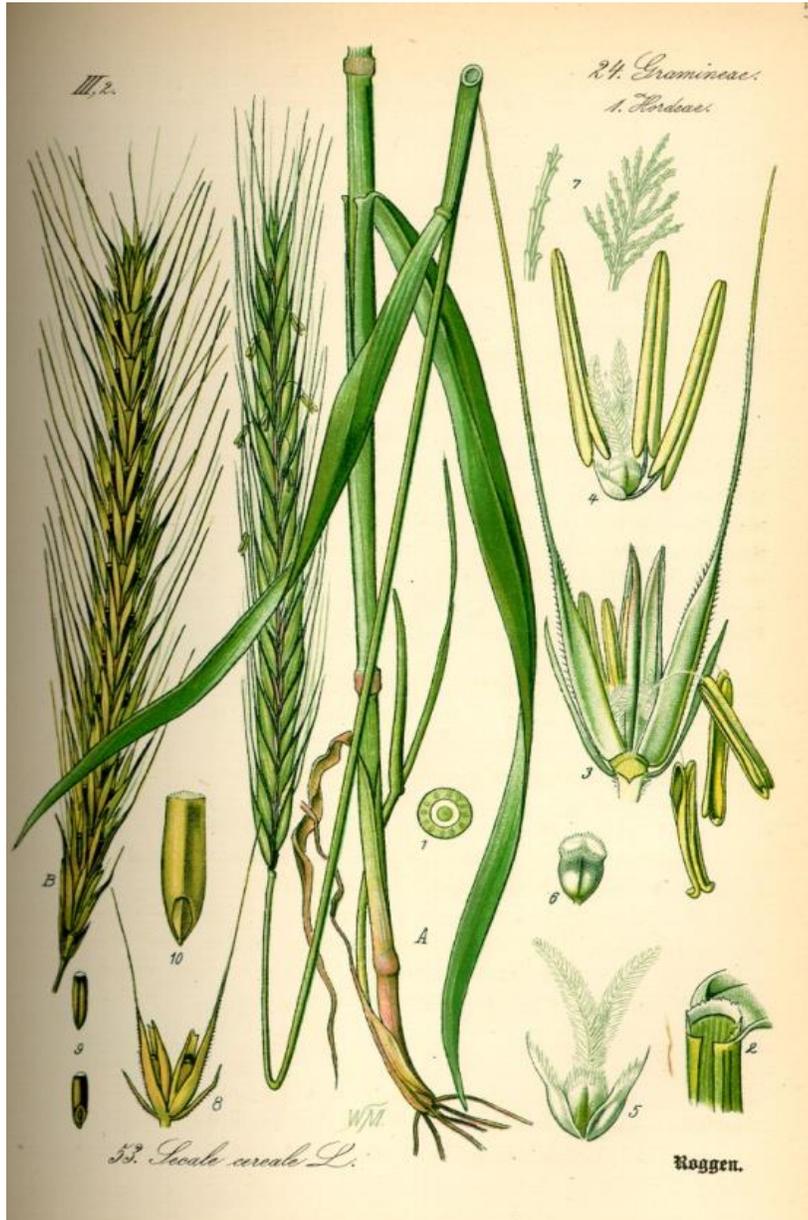
les principales aires géographiques

- les aires cosmopolites
- les aires circumterrestres
- les aires disjointes (Discontinues)
- les aires endémiques

➤ les aires cosmopolites

Désigne des espèces ubiquistes dont l'aire de répartition couvre tous les continents ou se rencontre dans les divers types d'écosystèmes d'une vaste zone climatique – tropicale par exemple.

Les espèces **cosmopolites** sont les **euryoeciques** (Organisme présentant une niche écologique étendue et capable de s'adapter à des changements amples des facteurs du milieu.



Graminées (Poaceae)



Composées (Asteraceae)

les aires circumterrestres

Les circumterrestres : sont les aires qui s'étendent autour du globe et en restant localisées entre les limites latitudinales précises.

✓ Les aires circumpolaires (pingouins) = répartition géographique des espèces vivant à proximité des pôles

✓ Les circumtropicales (Qui se rencontre dans l'ensemble des zones tropicales du globe)



Pingouin : circumpolaire

➤ les aires disjointes (Discontinuu)

disjointe= discontinue (population qui est isolée géographiquement des autres populations du même taxon)



Pin d'Alep



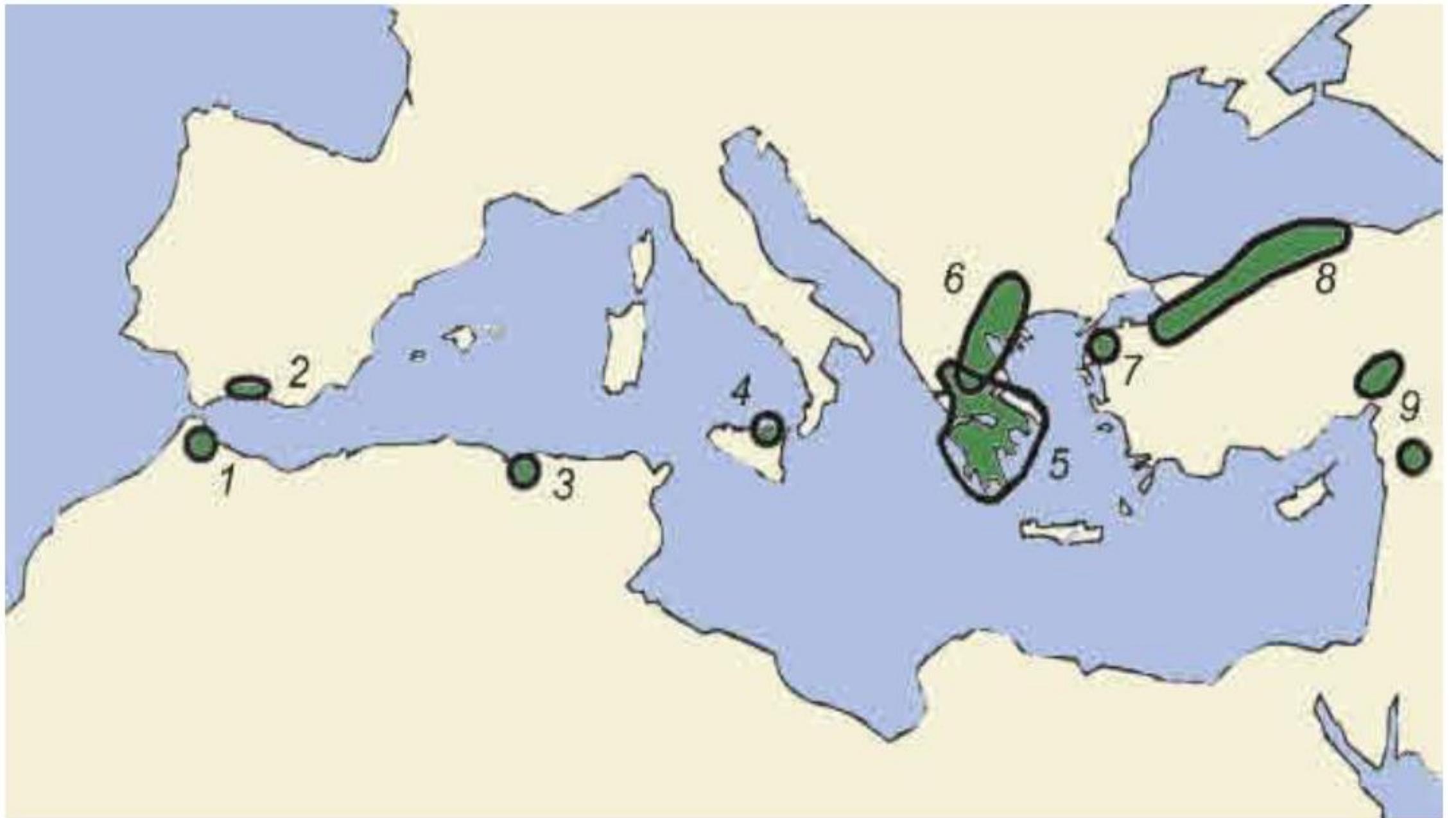
Aires discontinues

➤ les aires endémiques

endémique : Qualifie le fait qu'une espèce vivante soit exclusivement inféodée à une aire biogéographique donnée

= Une aire endémique est une aire strictement localisée à un territoire d'étendue variable.

L'endémisme d'une espèce ou sous espèce est souvent limité à une région très restreinte comme un petit massif montagneux ou une île de faible surface ou qcq km². Exp.



Exemple d'endémisme méditerranéen : **Sapin de Numidie**



Kangourou

2) Adaptation humaine

- Petite région fertile grâce à la présence d'eau dans un désert.
- C'une zone cultivée autour des ressources rare et précieuse d'eau, dans des milieux désertiques ou fortement marqués par l'aridité, se répartir dans plusieurs zones arides



Figure. Figure représentant une oasis.

➤ Elles font vivre actuellement environ 10 millions d'habitants dans différents points du globe; certaines d'entre elles se développent, d'autres en crise .

➤ L'eau est le facteur essentiel qui est à l'origine même du concept de l'oasis. Il venir à partir de:



Figure. Galerie souterraine



Figure . Puits de service



Figure. Seguia ou canal superficial



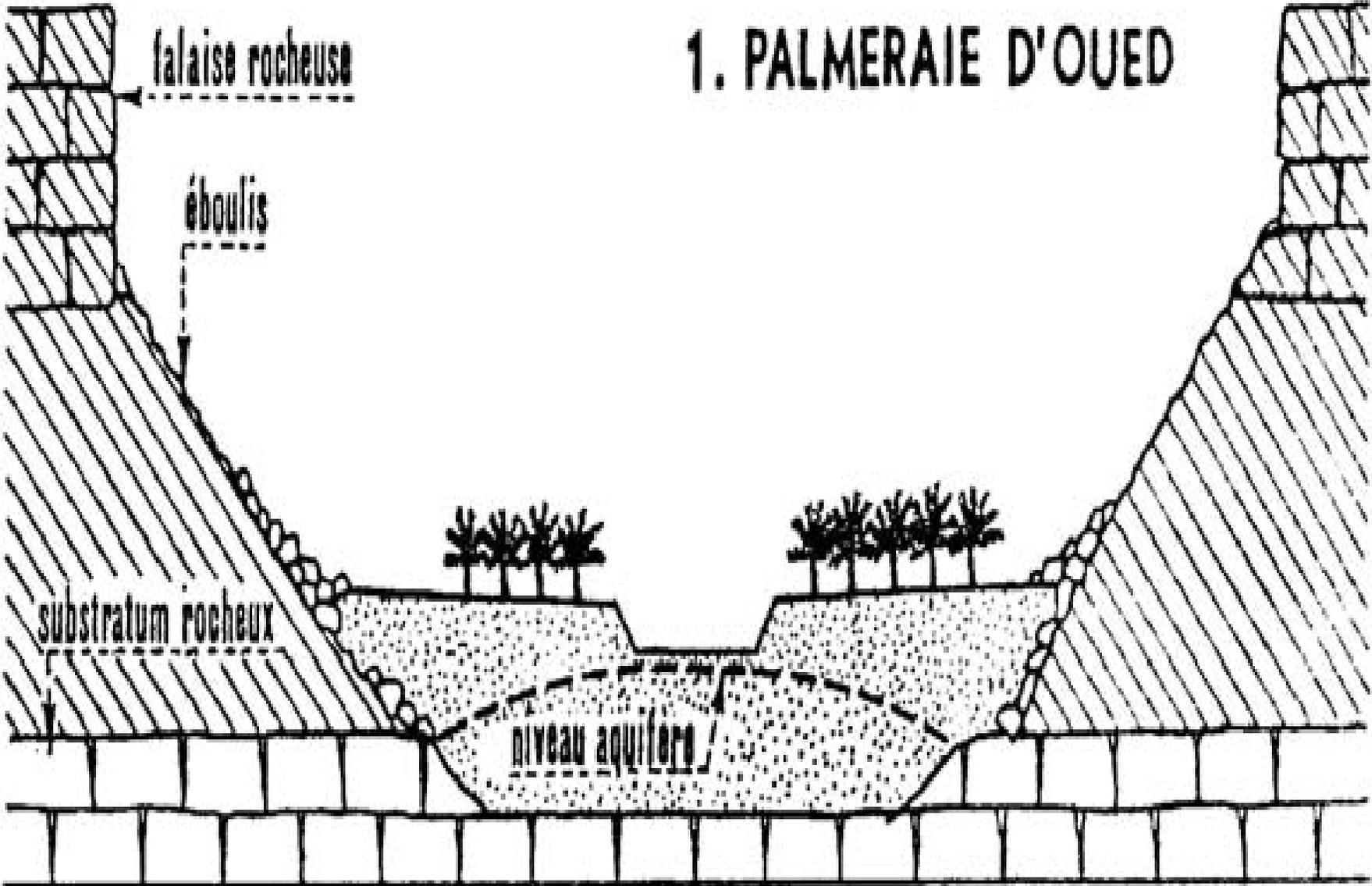
Figure. Majen ou bassin de stockage de l'eau



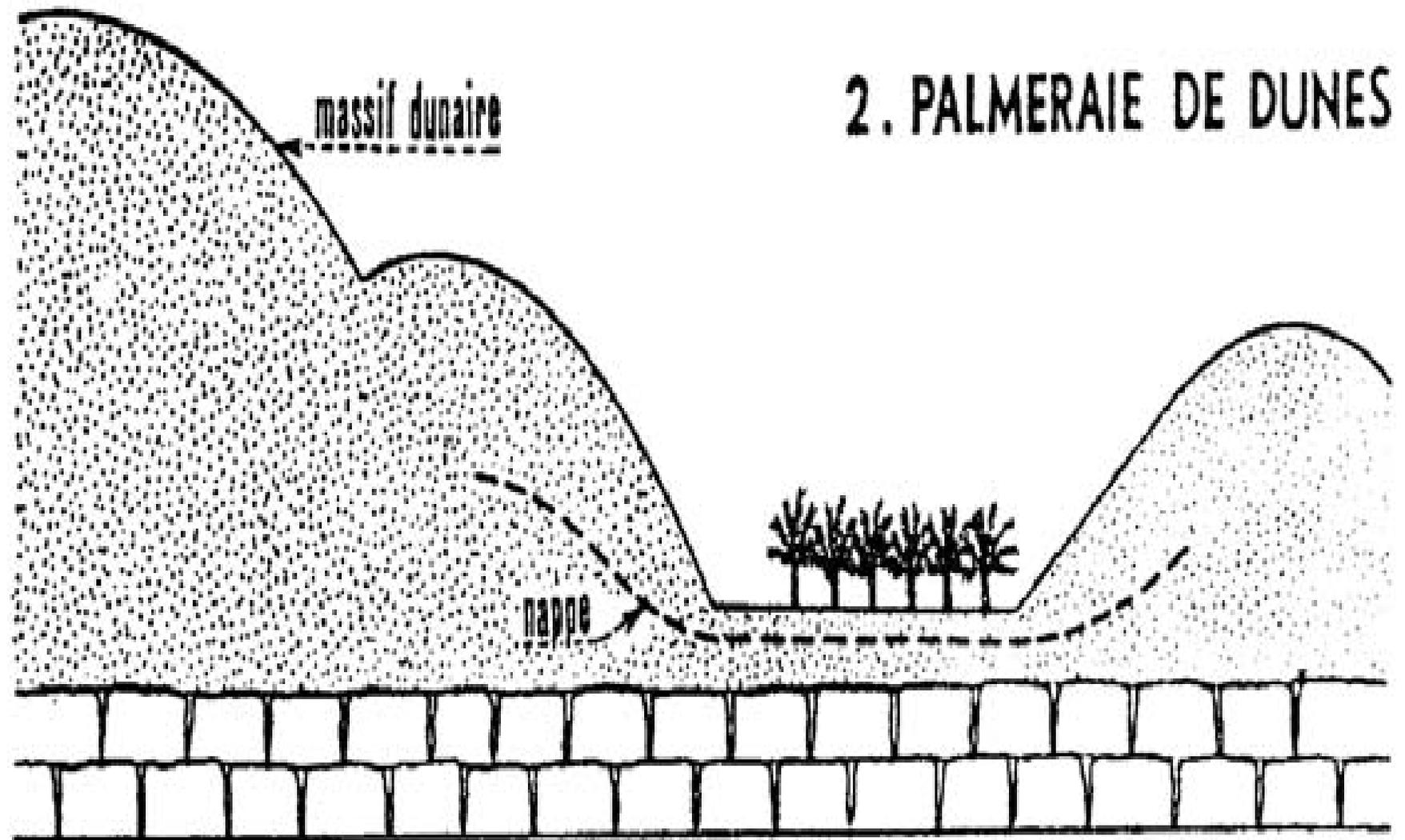
Figure. La Foggara permet de distribuer l'eau dans l'oasis permet de distribuer l'eau dans l'oasis

Types des oasis

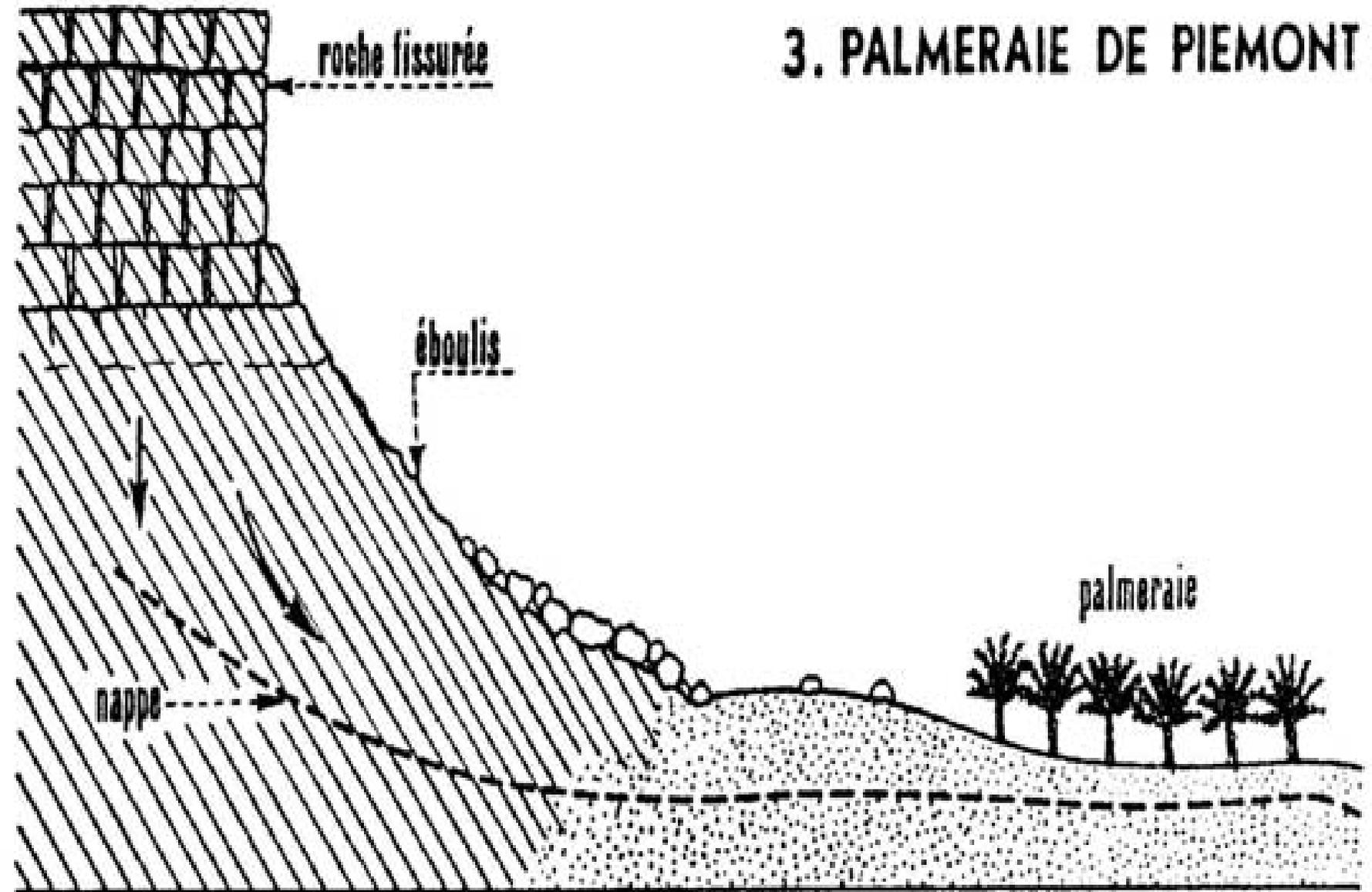
1)- Oasis d'oued:



2)- Oasis de dunes (Ghouts):



2)- Oasis de montagne :



3. PALMERAIE DE PIEMONT