

CHAPITRE 3 : LES FACTEURS CLIMATIQUES ET LEURS RELATIONS AVEC LES ETRES VIVANTS



Introduction :

Les êtres vivants sont caractérisés par une grande diversité et une grande répartition à la surface de la terre qui n'est pas au hasard mais qui est soumise aux différents facteurs écologiques. Parmi ces facteurs on a les facteurs climatiques.

Questions :

- Quels sont les éléments qui définissent le climat ?
- Comment varie le climat au Maroc ?
- Comment le climat conditionne-t-il la répartition de certaines espèces animales et végétales ?
- Comment peut-on améliorer artificiellement les conditions climatiques dans le domaine agricole ?

I. Mesure des facteurs climatiques :

1. Définition du climat :

Le climat se définit par les conditions qui règnent dans l'atmosphère terrestre dans une région donnée, pendant une période qui s'étale sur plusieurs années.

Il se distingue de la météorologie qui désigne l'étude des phénomènes atmosphériques à court terme et dans des zones ponctuelles.

On distingue 3 principaux types de climat : - climat froid polaire – climat chaud équatorial et climat tempéré aride. (L'étude du climat est la climatologie.)

2. Outils de mesure du climat :

La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures statistiques annuelles et mensuelles, sur des données atmosphériques locales : température, pression atmosphérique, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent.

Les mesures se font dans les stations météorologiques, par le biais d'instruments spécifiques.

Instrument de mesure	Rôle (Facteur climatique mesuré)	Unité de mesure
THERMOMÈTRE OU THERMOGRAPHE	Permet de mesurer la température (c'est le degré de la chaleur qui règne dans un lieu ou dans l'atmosphère. On mesure la température (en degré Celsius) à l'aide d'un thermomètre enregistreur placé à 1,5m du sol à l'ombre et à l'abri du vent.	°C (degré Celsius) °K (degré Kelvin) °F (degré Fahrenheit). $T(^{\circ}F) = 1,8 T(^{\circ}C) + 32$ $T(^{\circ}K) = T(^{\circ}C) + 273$
HYGROMÈTRE	Mesure l'humidité (c'est-à-dire la masse de vapeur d'eau/ masse unitaire de vapeur sec)	s'exprime en %
PLUVIOMÈTRE	Permet de mesurer la pluviométrie	Mm qui est égale à 1L d'eau par mètre carré
ANÉMOMÈTRE	Mesure la vitesse et la direction du vent	Km/h
LUXMÈTRE	Mesure la luminosité	Lux (symbole lx)

3. Représentation des variations climatiques :

Pour déterminer les caractéristiques du climat d'une station donnée, on réalise des mesures de deux facteurs climatiques essentiels qui sont la pluviométrie et la température.

A. Mesure des précipitations :

Ce sont les différentes formes que prend la vapeur d'eau condensé (pluie, neige, grêle) tombant sur une région.

Ils sont mesurés par le pluviomètre qui collecte l'eau chaque 24 heures (l'unité est le mm (1mm → 1l/1m²))

Précipitations mesurées en mm	Symboles et formules
Précipitations quotidiennes	p
Précipitations mensuelles	$P_m = \sum_{i=1}^{i=30} P$
Précipitations annuelles	$P_a = \sum_{i=1}^{i=12} P_m$

B. Mesure de température :

C'est le degré de la chaleur qui règne dans un lieu, mesuré en degré Celsius à l'aide d'un thermomètre placé à l'ombre et à l'abri du vent.

Mesures en °C		Symboles et formules
Mesures quotidiennes	Température minimale.	mi
	Température maximale.	Mi
	Moyenne quotidienne de la température.	t =
	Ecart thermique quotidien.	Mi-mi
Mesures mensuelles	Moyenne mensuelle des températures minimales.	$m = \sum_{i=1}^{i=30} mi/30$
	Moyenne mensuelle des températures maximales.	$M = \sum_{i=1}^{i=30} Mi/30$
	Moyenne mensuelle des températures.	T =
	Ecart thermique mensuel.	M-m
Mesure annuelles	Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.	m' =
	Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.	M' =
	Moyenne annuelle des températures.	$T' = (M' + m')/2$
	Ecart thermique annuel.	M'-m'

✚ Pour comprendre l'influence des facteurs climatiques, on représente les variations mensuelles des précipitations « P » et température « T » sous forme de diagrammes :

- **Diagramme de variation de précipitation** : on représente sur l'axe des ordonnées les moyennes du P pour chaque mois (P_m) et sur l'axe des abscisses, on représente les mois.
- **Diagramme de variation de la température** : sur l'axe des ordonnées on représente les moyennes du T pour chaque mois (T_m)
- **Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausse (1953)** est la représentation graphique de la variation des précipitations et de la température.

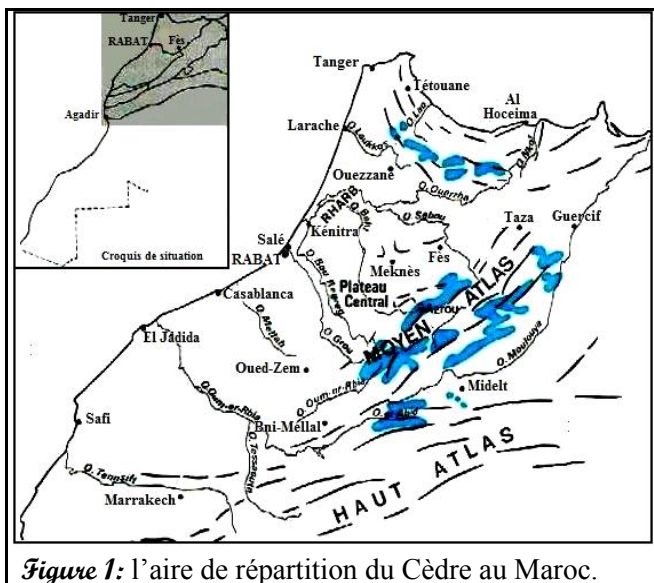
Il permet de comparer l'évolution des valeurs des Températures et des précipitations à l'aide de deux courbes respectives et de définir la période de sécheresse (P < 2T) ; et la période d'humidité (P ≥ 2T).

Pour le réaliser on trace deux axes des ordonnées qui représentent P à gauche et T à droite de telle sorte que $P=2T$. sur l'axe des abscisses, on représente les mois.

II. Influence des facteurs climatiques sur la répartition des végétaux :

1. Les Régions de Répartition du cèdre marocaine (Cédrus atlantica) :

La cédraie au Maroc est un arbre conifère, occupe une surface d'environ 133 650 ha, repartis sur le Rif, le haut et le moyen Atlas dans les zones montagneuses sur des altitudes comprises entre 1500 et 2500 m. Il se caractérise par des racines courtes, alors pourquoi le cèdre existe dans des régions limitées ?



Hypothèses :

- Influence du sol (Acidité ou basicité).
- Influence des facteurs climatiques (précipitations et température)

Exercice :

A partir de l'analyse de tableau suivant, déterminez le ou les facteurs qui influent sur la répartition du Cèdre au Maroc.

Conclusion : Le cèdre pousse sur tous les types du sol, donc n'est pas influencé par les facteurs édaphiques. نوع غير مبالي بطبيعة التربة.

• Régions	• Nature du substrat géologique
• Ketama	• Quartzite et schiste
• Chechaouen	• Calcaire
• Moyen-Atlas oriental	• Schiste et roches métamorphiques
• Bou-lblan	• Marne schisteuse et grès
• Moyen-Atlas central	• Calcaire et dolomite
• Azrou et Timahdit	• Basalte
• Figure 2: la nature chimique des substrats géologiques sur lesquels vit le Cèdre.	

🌤 Influence du climat sur la répartition de cèdre au Maroc :

Exercice 2 :

En se basant sur le document ci-dessus, répondre aux questions :

		Jan- vier	Fevr- ier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septe- mbre	Octo- bre	Nov- embre	Déce- mbre
→	m ^o c	4.2	3	0.1	2.3	4.5	8.9	11.8	11.8	8.8	4.7	0.9	2.9

	M°c	8.5	10.1	12.9	17.5	18.3	24.8	30.6	30.1	25.2	18.7	14.1	9.5
	T	6.3	6.5	6.5	9	11.4	16.8	21.2	20.9	17	11.7	7.6	6.2
	P(mm)	181.8	141.8	121.2	117.7	74	34.6	8.7	11.2	30.3	81.9	133.6	168
Tanger	m°c	9.6	10	11.2	12.4	14.3	16.8	18.8	19.4	18.3	16.1	12.9	10.4
	M°c	15.4	15.9	17.4	19.2	21.4	24.2	26.4	26.8	25.1	22.1	18.5	16
	T	12.5	12.9	14.3	15.8	17.8	20.5	22.6	23.1	21.7	19.1	15.7	13.2
	P(mm)	117.4	104.6	95.5	56.7	39.2	12.5	0.5	2.5	16.9	63.5	109.2	133

1. Calculer les précipitations annuelles pour chaque station (IFRANE et TANGER)
2. Donner la valeur de la moyenne mensuelle de température pour le mois Juillet en définissant la température maximale et minimale?
3. Calculer la température annuelle T' ?
4. Réaliser le diagramme de précipitations pour chaque station, puis le diagramme de température ? analyser les résultats et conclure ?
5. Réaliser le diagramme ombrothermique pour IFRANE et TANGER? définir la période de sécheresse ?
6. Sachant que le cèdre pousse dans des régions ayant des précipitations annuelles supérieures à 750 mm, interpréter pourquoi le cèdre existe seulement dans la région d'Ifrane ?

Correction :

1. Pour la station IFRANE, on 'a $P_a = \sum_{i=1}^{i=12} P_m = 181.8+141.8+121.2+117.7+74+34.6+8.7+11.2+30.3+81.9+133.6+168= 1104.8\text{mm}$
Pour la station Tanger : $P_a = 751.5$
2. IFRANE (M= 30.6°c pour le mois juillet / m= 11.8°c) donc :
Moyenne **mensuelle** de température : $T=(M+m)/2 = (30.6 + 11.8^\circ\text{c})/2 = 21.2^\circ\text{c}$
Tanger (M= 26.4°c pour le mois Juillet / m= 18.8 pour le mois juillet)
Moyenne **mensuelle** de température : $T=(M+m)/2 = (26.4+18.8)/2 = 22.6^\circ\text{c}$
3. Température **annuelle** : pour IFRANE $T'=M'+m'/2 = 30.6+0.1/2 = 15.3^\circ\text{c}$
Pour Tanger : $T'=M'+m'/2 = 26.8+9.6/2 = 18^\circ\text{c}$
4. Diagramme de précipitation :

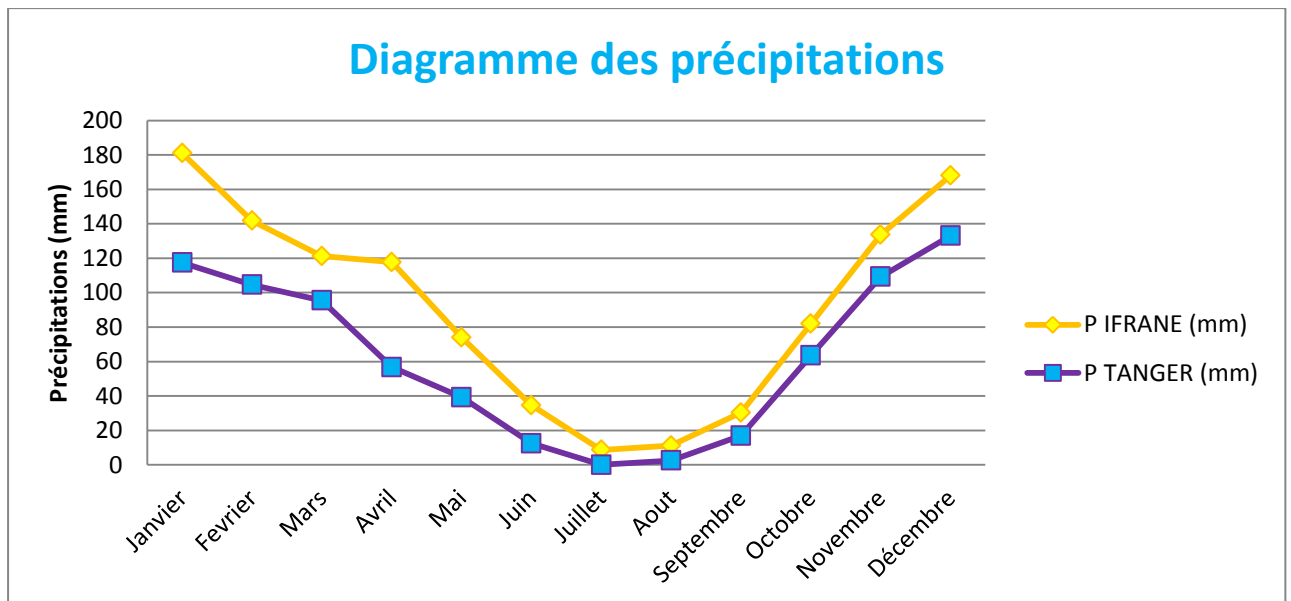
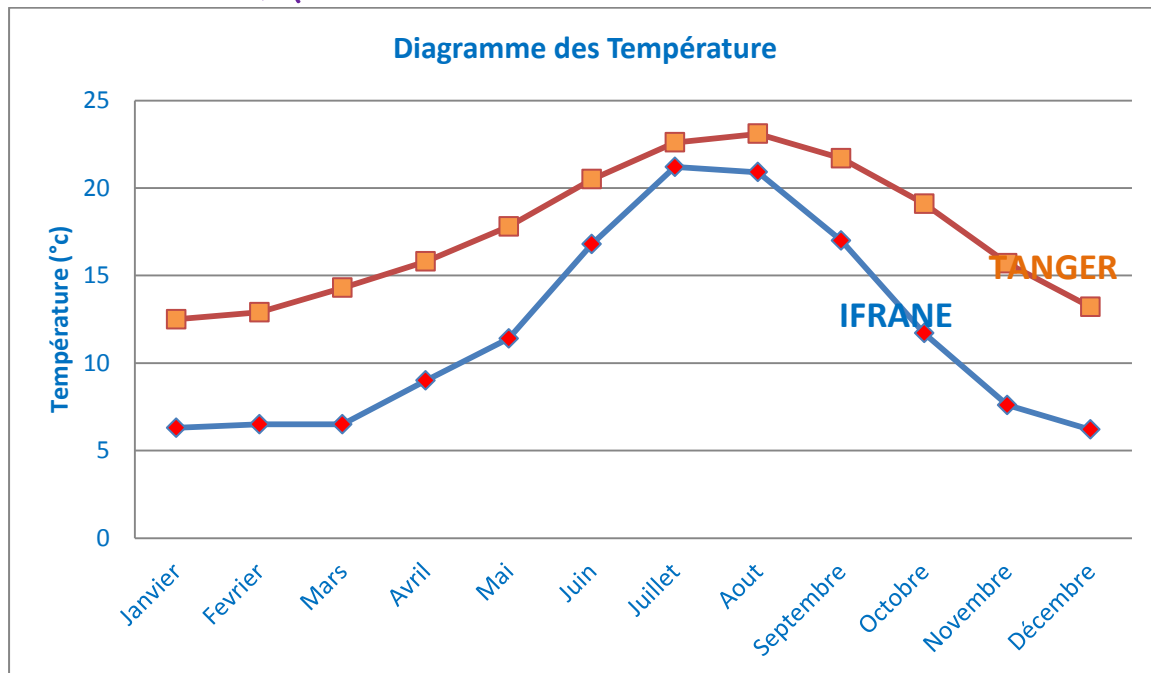
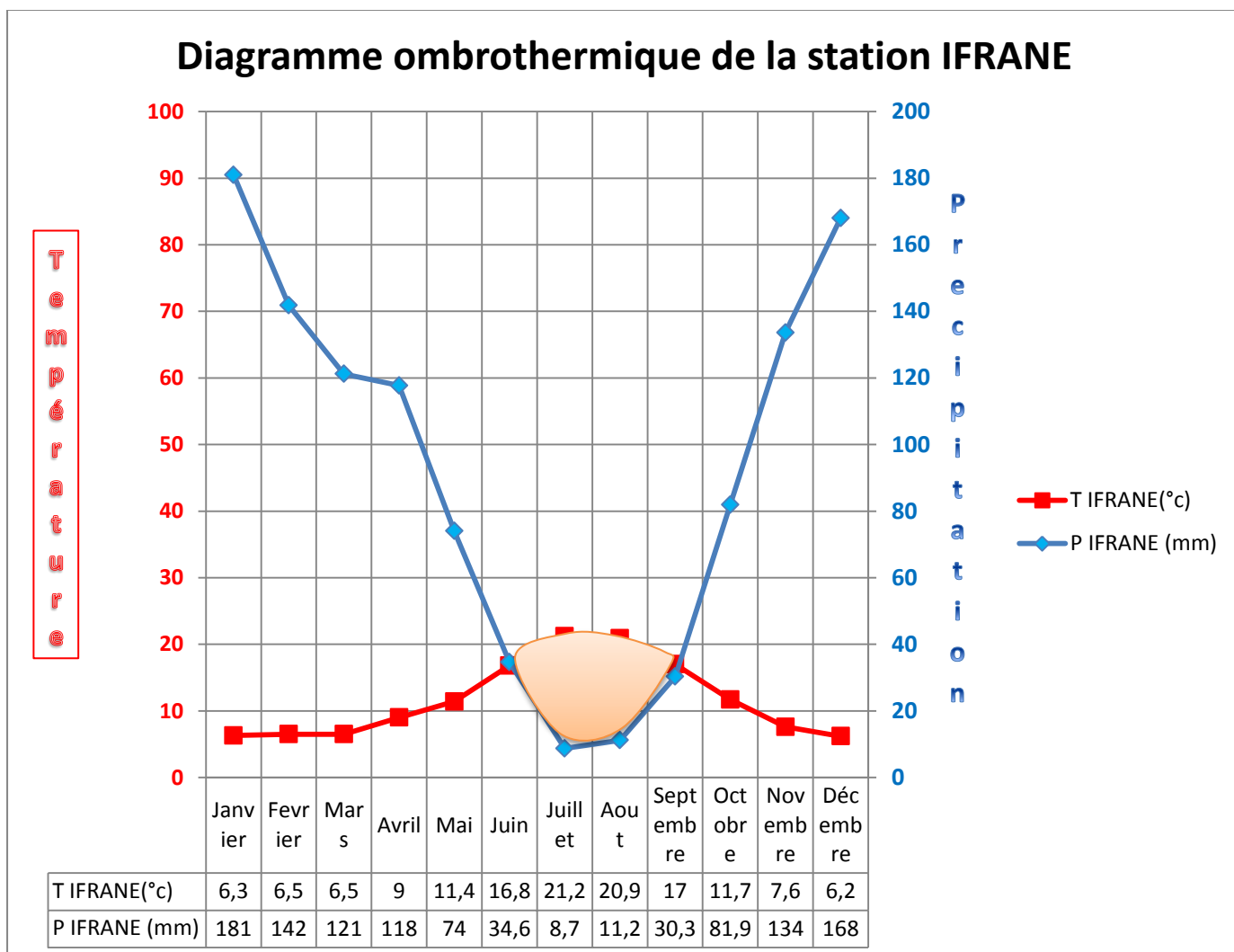
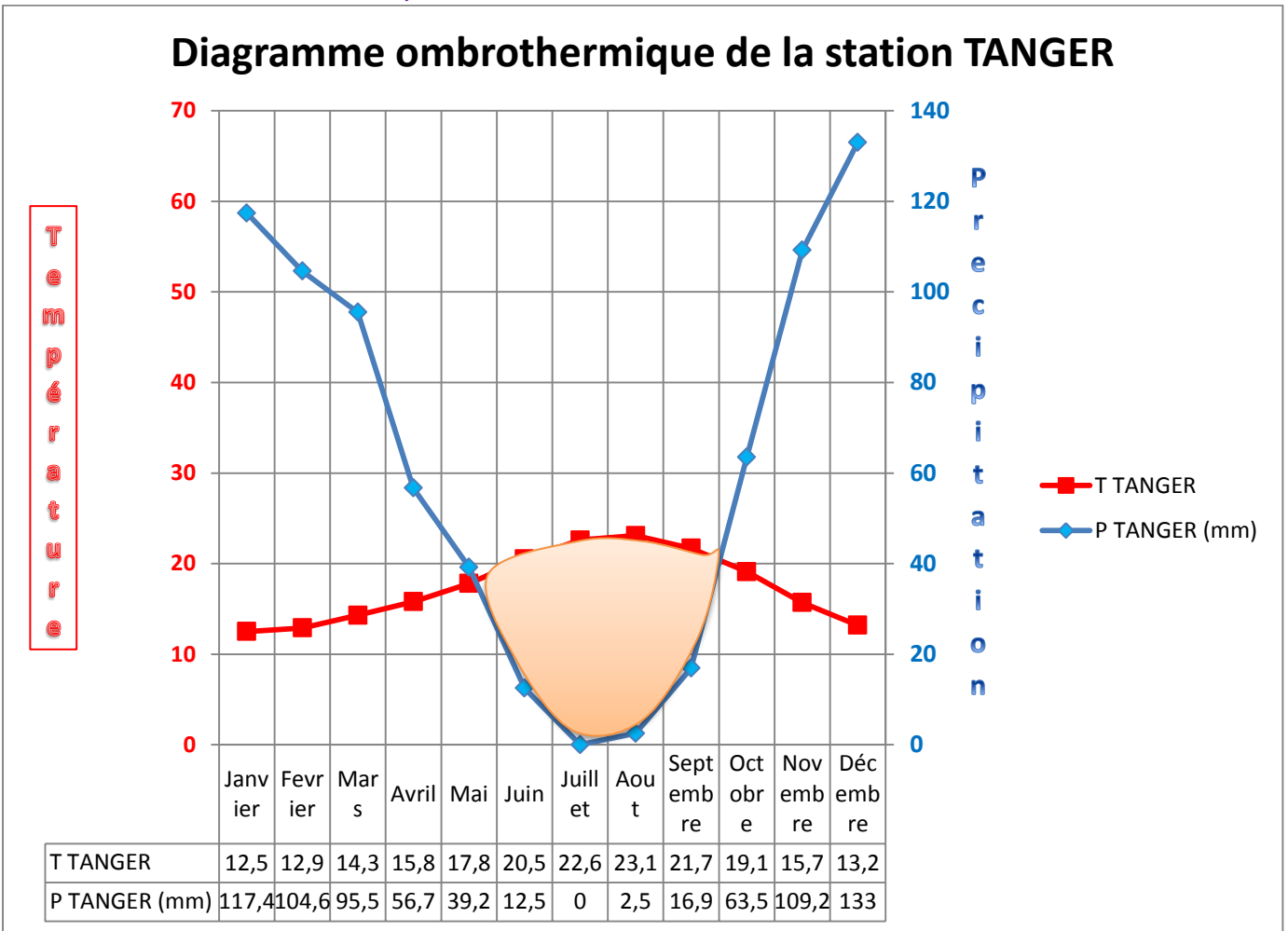


Diagramme de température :



5. Diagramme ombrothermique de la station IFRANE :





6. D’après les diagrammes on remarque que les précipitations annuelles pour les deux stations IFRANE et TANGER sont élevées (1104.4 et 751.5 mm) et dépassent la valeur nécessaire pour l’existence de cèdre, alors qu’il est absent à Tanger !

On observe sur le diagramme ombrothermique que la période de sécheresse à Ifrane est courte sur trois mois (moitié du juin vers la moitié de septembre) alors que à Tanger il dure de 4.5 jusqu’à 5 mois.

L’absence de cèdre à Tanger revient à la la période de sécheresse qui est longue.

Alors quel sont les facteurs qui influence sur le climat de chaque ville au Maroc?

III. Les facteurs climatiques à l’échelle nationale :

1) Variation de précipitations à l’échelle du Maroc :

Le Maroc est caractérisé par un climat très différent selon les régions : méditerranéen au Nord, tempéré dans les zones littorales, et saharien dans le sud et l’est du pays.

Activité 1: Pour connaître les facteurs qui influencent le changement climatique d’une région à l’autre au Maroc, on étudie les données suivantes :

Stations	Tanger	Rabat	Safi	Agadir	Laâyoune
Altitude (m)	15	75	15	18	70
Pa (mm)	752	587	337	248	69

Tableau1 : variations de la moyenne des précipitations annuelles (Pa) le long du littoral atlantique.

- ⇒ Analyser les résultats de précipitations annuelles dans les différentes villes et déduire leur relation avec l'altitude de chaque ville.
- ⇒ Le tableau montre la variation des moyennes de précipitations annuelles le long du littoral, on remarque que les précipitations diminuent tout en passant du nord vers le sud même si les valeurs d'altitude soient équivalentes.

Conclusion : le facteur responsable de changement des précipitations est la position de la station par rapport à la ligne de latitude

Activité 2 Analyser le tableau suivant et détecter le facteur de variation des précipitations selon les stations citées?

Stations	Safi	Youssefia	Sidi M'barek	Bengurir
Altitude (m)	15	170	320	575
Eloignement de l'océan (km)	1	31	73	113
Pa (mm)	373	305	254	233

Tableau 2 : variation de la moyenne des précipitations annuelles (Pa) selon l'océanité

- ⇒ Le tableau 2 montre la variation des précipitations dans des stations se situent sur le même axe de latitude
- ⇒ On observe que les précipitations diminuent tout en passant du l'ouest vers l'est sur la même latitude

Conclusion : on conclut que le rapprochement ou l'éloignement de l'océan influence sur la quantité des précipitations, plus on s'éloigne de l'océan plus les précipitations diminuent.

Activité 3 : Analyser la figure et conclure

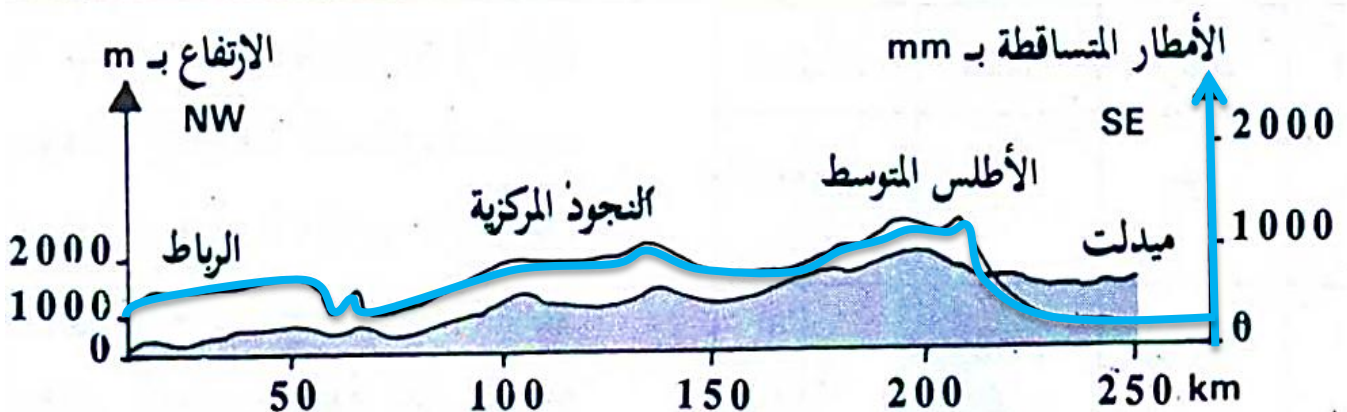


Figure: Variation des moyennes de précipitations annuelles en fonction de l'altitude

⇒ En passant du Rabat vers Midelt, on observe que l'altitude augmente, en parallèle les précipitations augmentent.

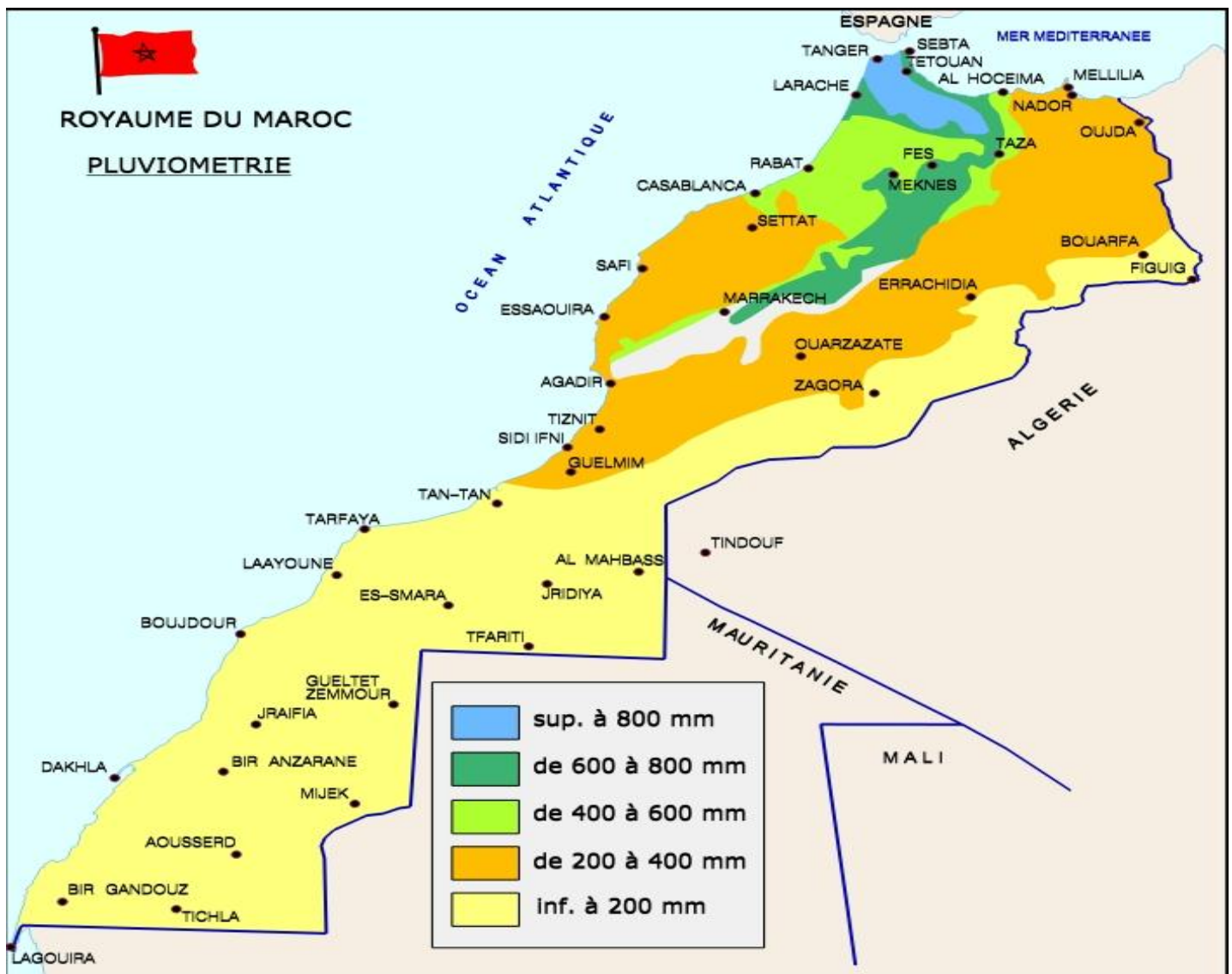
Conclusion : Plus la hauteur est élevée plus les précipitations augmentent.

Bilan : Les précipitations à l'échelle nationale varient selon plusieurs facteurs comme :

- ✚ l'altitude (la topographie)
- ✚ l'éloignement de la mer (l'océanité ou la continentalité)
- ✚ la position de latitude.

A partir des précipitations annuelles, on peut diviser le Maroc en 3 domaines climatiques :

- ▶ **climat humide** : $700\text{MM} < PA < 2000\text{MM}$
- ▶ **climat aride** : $100\text{MM} < PA < 700\text{MM}$
- ▶ **climat désertique** : $PA < 100\text{MM}$



2) Variation de température à l'échelle du Maroc :

⇒ Citer M' et m' pour la station de Tanger, Ifrane, Casablanca et Ouarzazate ? que pouvez-vous conclure pour toutes les stations ?

On remarque que la valeur maximale des températures mensuelles M' se réalise pendant la période de sécheresse (les mois juillet et aout) pour toutes les stations du Maroc, c'est une caractéristique du climat méditerranéen. Les valeurs de température minimale m' sont toujours inférieures à 10°C pendant le mois le plus froid. Selon les valeurs de m' , on distingue 4 domaines climatiques :

- ▶ Domaine à hiver très froid : $m' < 0^{\circ}\text{C}$
- ▶ Domaine à hiver froid : $0^{\circ}\text{C} \leq m' \leq 3^{\circ}\text{C}$
- ▶ Domaine à hiver tempéré : $3^{\circ}\text{C} \leq m' \leq 7^{\circ}\text{C}$
- ▶ Domaine à hiver chaud : $m' > 7^{\circ}\text{C}$

3) Le climagramme d'Emberger :

Afin de déterminer le climat d'une station méditerranéen donnée, Emberger à proposer une formule qui combine entre les 3 principaux facteurs du climat méditerranéen :

$$Q = \frac{1000 \times Pa}{\left(\frac{M'+m'}{2}\right)(M'-m')}$$

Précipitations annuelles Pa
Moyenne annuelle des températures
Ecart thermique annuel

- **Q** : quotient pluviométrique d'Emberger
- **Pa** : moyenne des précipitations annuelles (mm).
- **M'** : moyenne des températures maximales du moi le plus chaud (°K)
- **m'** : moyenne des températures minimales du moi le plus froid (°K)

Le quotient pluviométrique a permis à Emberger de proposer une classification des climats méditerranéens en étages appelées étages bioclimatiques: **Etage humide / Etage subhumide / Etage semi-aride / Etage aride / Etage saharien.**

Pour chaque étage, on distingue plusieurs types d'hiver: **FROID / FRAIS / TEMPERE / CHAUD.**

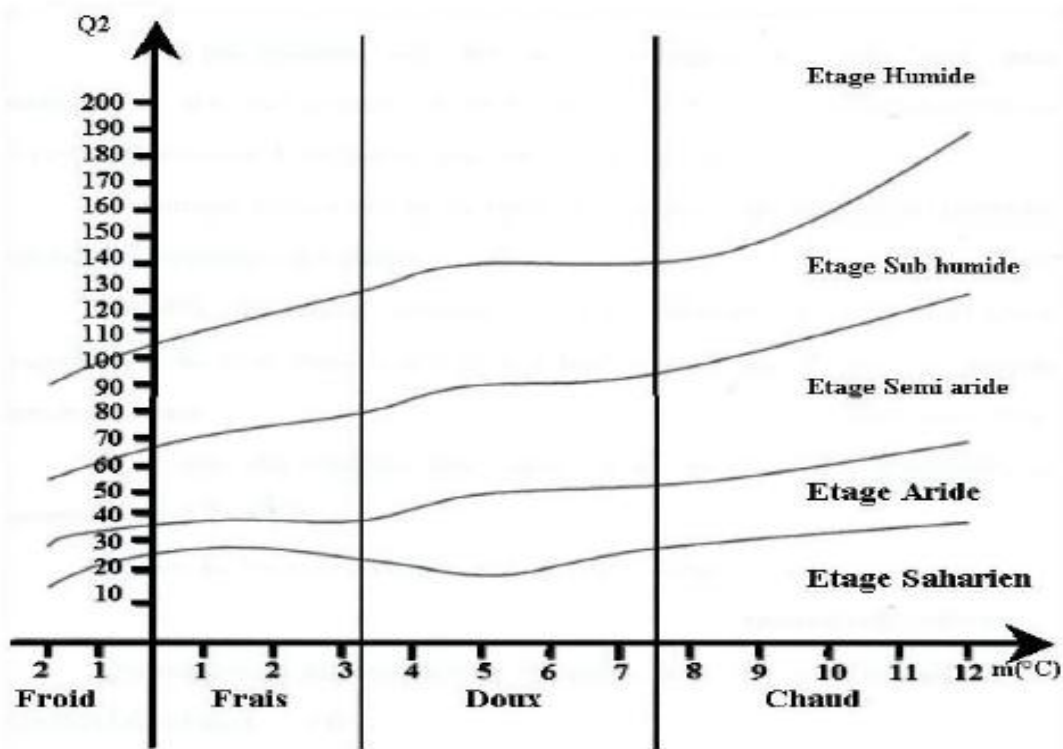


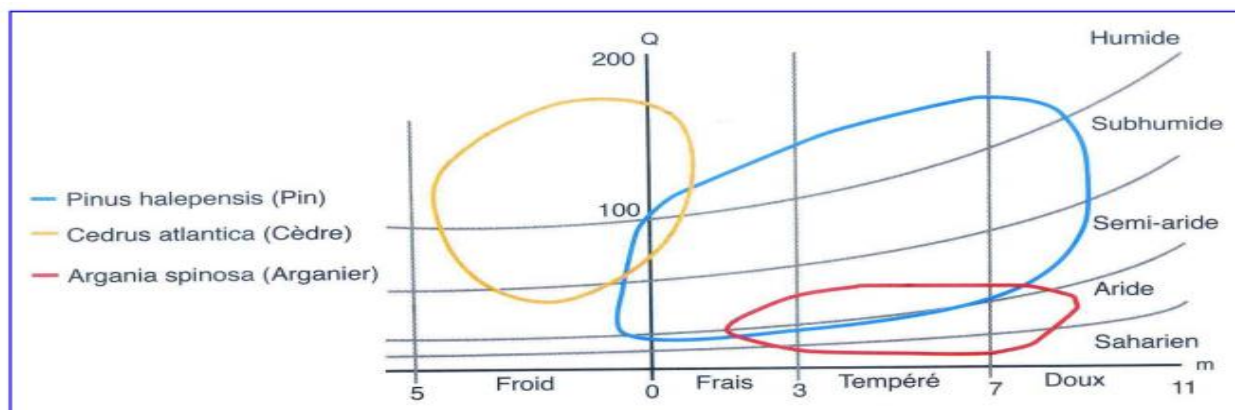
Figure A : Climagramme d'Emberger

Exercice :

- ⇒ En utilisant la formule de quotient pluviométrique, calculez Q pour les stations dans le tableau ci-dessous ?
- ⇒ Donner l'étage bioclimatique correspondant pour chaque station et la nature de l'hiver à partir de climagramme d'Emberger ?

Station	Tanger	Ifrane	Marrakech	Qnitra
Pa	751	1001	245	596
M' (°c)	26.8	30.6	37.9	31.6
m' (°c)	9.9	0.1	4.5	4.8

A partir de quotient pluviométrique Q de différentes régions, et de leur température annuelle minimale, on trace les zones de répartitions des végétaux. (Figure B)

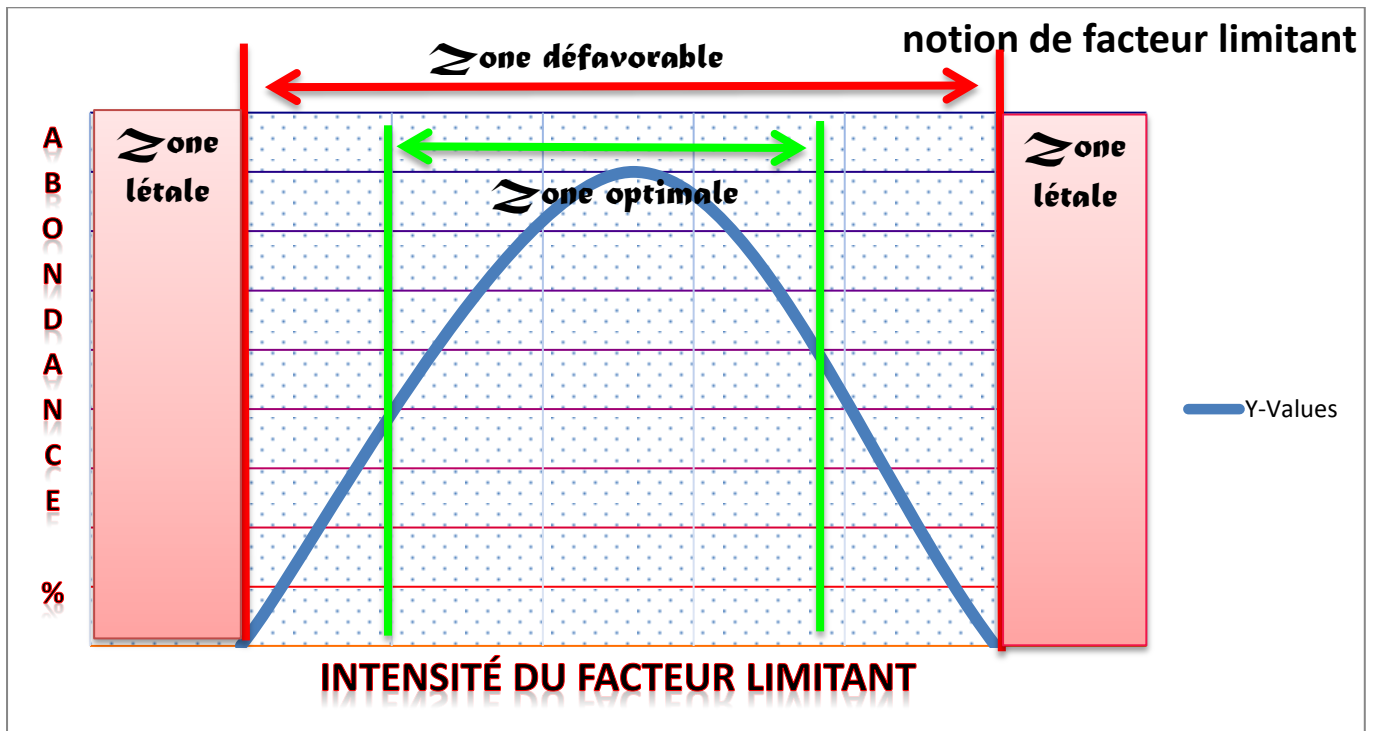


IV. V- Influence des facteurs climatiques sur la répartition des animaux :

1) Notion de facteur écologique limitant :

Chaque animal possède une position favorable dans le milieu naturel où il vit grâce aux conditions climatiques optimales qui caractérisent ce milieu. (=zone optimale)

Les limites de tolérances diffèrent d'un animal à l'autre selon un facteur climatique bien déterminé (température, humidité...).



Le facteur écologique limitant influence sur la survie et la reproduction de l'animal, et détermine sa surface de distribution, on peut distinguer des animaux qui tolèrent à de grandes variations du facteur écologique (intervalle de tolérance vaste), et d'autres qui ne supportent que de faibles variations de facteur écologique.

2) Influence de température et de l'humidité sur la répartition de la coccinelle :

Les cochenilles sont des insectes parasites qui nuisent les arbres et attaquent les feuilles et les fruits (oranger) provoquant des dégâts. On utilise la coccinelle qui est un prédateur de cochenille pour lutter contre cette dernière. (Lutte biologique)

Exercice appliqué :

Pour lutter contre les cochenilles à Tanger et à Midelt, on doit vérifier la possibilité d'introduire des coccinelles dans ces régions, on étudie les données suivantes :

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tanger	Humidité en %	17.5	70	72	67	66	67	68	70	71.5	73	73	75
	T°	12	12.5	14	15.5	17	21	22	23	21	20	16	13
Midelt	Humidité en %	55	46	45	44.5	44.5	40	28.5	27	38.5	44.5	53.5	55.5
	T°	5	6.2	10	12.5	16	20	25	24	18	14	10.5	6.5

Données climatiques pour la station de Tanger et Midelt.

- Réaliser « le climagramme » des deux stations (la température en fonction de l'humidité) puis relier les points des mois pour obtenir une courbe fermée.
- Le tableau suivant montre les conditions climatiques nécessaires pour la survie de la coccinelle :

		Zone de tolérance	Zone optimale
Humidité (%)	Limite minimale	40	60
	Limite maximale	100	85
Température (°c)	Limite minimale	12.5	16
	Limite maximale	24	20

⇒ Placez sur le graphique obtenu les conditions de vie de la coccinelle pour obtenir « l'écoclimagramme ». (la zone optimale et la zone de tolérance de la coccinelle)

- Déduisez la possibilité de vie de la coccinelle dans les deux stations ?

3) Influence de variations climatiques sur l'activité des animaux :

Les animaux réagissent face aux variations climatiques par des comportements différents :

- Certains dorment pendant tout l'hiver après avoir fait des réserves (comme la grenouille)
- D'autres supportent la rigueur du climat où ils vivent par leurs corps (l'ours et le dromadaire)
- Alors que des animaux comme la cigogne se déplacent à l'arrivée de la mauvaise saison.

V. Importance de maîtrise des facteurs climatiques dans le domaine agricole :

Toute plante a des exigences et des besoins climatiques vis-à-vis du milieu au sein duquel elle pousse:

- besoins en rayonnement solaire.
- besoins thermiques.
- besoins en eau.

EXERCICE :

- ⇒ Comparer la production des plantes dans les serres et dans les champs ?
- ⇒ Comment expliquer les différences de rendement observées?
- ⇒ Citez d'autres avantages de la culture sous serre ?

Plantes	Le rendement (t/ha)	
	Dans l'air libre	Dans les serres
Concombre	30,6	204,8
Tomates	35,5	117,7
Aubergine	20,2	106,4
Poivron	19,7	55,6

Pour améliorer la production agricole, il faut contrôler les facteurs climatiques limitant selon les exigences des plantes par des méthodes spécifiques :

La serriculture : est la pratique de plantation des plantes dans des serres afin de réunir des conditions climatiques optimales pour leur croissance (la portion de CO₂ / Intensité de lumière / humidité).