

Plantes d'intérêt papetier : Biologie des poacées vivaces (alfa, Sparte)

L'alfa (de l'arabe halfa), stipe tenace ou sparte est une herbe vivace, de la famille des poacées. Originaires des régions arides de l'Ouest du bassin de la Méditerranée, elle pousse en touffes d'environ 1m à 1m20 de haut formant ainsi de vastes nappes. Elle pousse spontanément notamment dans les milieux arides et semi arides, elle délimite le désert, là où l'Alfa s'arrête, le désert commence.

1- Historique

La connaissance approfondie de cette graminée a préoccupé depuis longtemps plusieurs chercheurs, son étude, sa biologie et son écologie ont attiré l'attention de TRABUT dès 1889

L'alfa de l'arabe Halfa, Stipe tenace ou Sparte est une plante herbacée vivace de la famille des Poacées, sous-famille des Pooideae, tribu des Stipeae. Son nom scientifique est *Stipa tenacissima*. Cette espèce est originaire de l'ouest du bassin méditerranéen : Afrique du Nord, du Maroc à la Libye, et Europe du Sud (Espagne, Italie).

2. Nomenclature et position systématique

L'espèce *Stipa tenacissima* (Loefl. ex L.), le nom vulgaire est l'alfa un mot d'origine arabe (halfa), synonyme de *Macrochloa tenacissima* (Loefl. ex L.) Kunth. Elle appartient à la famille des Poacées, sous-famille des Pooideae, tribu des Stipeae, composé de 400 à 600 espèces réparties en 21 genres. L'anomalie dans le nombre d'espèces de *Stipa* est due aux problèmes taxonomiques existant dans ce genre.

D'après des données morphologiques et anatomiques, elle est différente des autres Stipeae, mais considérée comme leur sœur selon des travaux basés sur des données moléculaires.

2.1. Classification classique

L'espèce *Stipa tenacissima* L. est classée selon Quézel et Santa (1962) comme suit:

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe: Monocotylédones
- Ordre: Glumiliflorales
- Famille: Graminées
- Sous-famille: Agrostidées
- Tribu: Stipées

-Genre: *Stipa*

-Espèce: *Stipa tenacissima*.

2.2. Classification APG (Guignard et Dupont, 2004)

-Règne: plantes

-Embranchement: angiospermes

-Classe: monocotes

-Sous-Classe: Commélinidés

-Ordre: Poales

-Famille: Poacées

-Sous-famille: Poïdées.

-Tribu: Stipées

-Genre: *Stipa*

-Espèce: *Stipa tenacissima*

Nom vulgaire: L'alfa, en anglais Esparto

Nom scientifique: *Stipa tenacissima* L.

3- Répartition géographique

(*Stipa tenacissima* L.) est une herbe vivace typiquement méditerranéenne appartenant à la sous-région écologico-floristique ibéro-maghrébine, qui fait partie intégrante de la région méditerranéo-steppique s'étendant de la moyenne vallée de l'Èbre jusqu'à celle de l'Indus. Par ailleurs, c'est l'une des espèces xérophiles qui caractérise le mieux les milieux arides méditerranéens à l'exclusion des secteurs désertiques. Sa terre d'élection est l'Afrique du Nord, et tout particulièrement les hauts plateaux du Maroc et de l'Algérie. Mais cette espèce est présente en Espagne orientale et méridionale, au Portugal méridional, aux Baléares, et elle s'étend vers l'est jusqu'en Égypte. Au sud et à l'est, la limite naturelle de l'Alfa est déterminée par la sécheresse ; en bordure du Sahara, elle est fréquemment localisée sur les bords des oueds temporaires. Au nord et à l'ouest, en revanche, c'est l'humidité croissante du climat qui l'élimine de la flore.

En Algérie, l'alfa est abondant dans la région oranaise, depuis le littoral jusqu'aux monts des Ksour, sur les hauts plateaux de la région de Ksar Chellala, Djelfa, autour de Boussada, jusqu'aux montagnes d'Ouled Nail et autour de Laghouat. A l'est, elle se répartit surtout dans les régions ouest et sud de Setif, les Bibans, Boutaleb et Maadi. Elle couvre également une partie importante des versants de montagnes du massif des Aurès.

En Tunisie, les peuplements de Constantine s'étendent en Tunisie, de Tébessa à Gafsa, Feriana jusqu'à l'ouest de Kairaouen. Au sud, elle est répandue dans les plateaux de Matmata.

Au Maroc, la surface recouverte par l'alfa est très grande et atteint environ la moitié de celle des nappes algériennes. Elle s'étend sur les hauts plateaux, tels que le Moyen Atlas, le grand Atlas, (Djebel Ansiten, Cap Ghir, Agadir).

Le climat, de ces zones, est méditerranéen aride où la pluie est l'élément climatique prépondérant et la délimitation des zones climatiques peut être valablement fondée sur la moyenne pluviométrique annuelle (P en mm/an). La variabilité interannuelle des pluies, qui constitue également un facteur primordial pour le fonctionnement des systèmes arides, peut être approchée par le coefficient de variation de précipitation (de 30 à 60 % pour la zone aride stricto sensu).



Figure 1 : Répartition géographique de l'alfa dans le monde.

La répartition territoriale connue à ce jour est estimée à :

- Algérie: 4.000.000 ha
- Maroc: 3.186.000 ha
- Tunisie: 600.000 ha
- Lybie: 350.000 ha
- Espagne: 300.000 ha

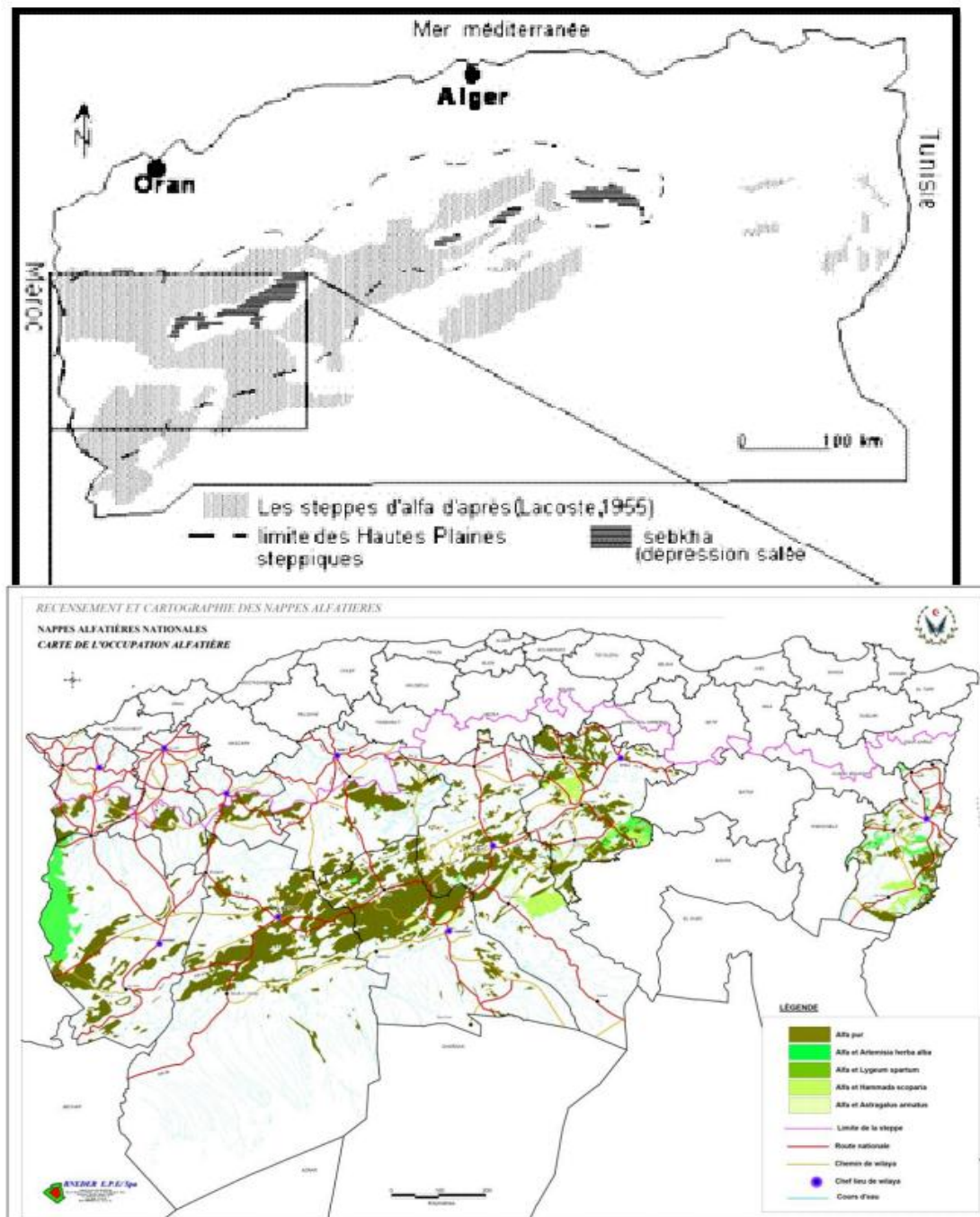


Figure 2: Carte de répartition des steppes d'alfa en Algérie en 1950 et en 2000

4. Caractéristique du genre :

Le genre *Stipa* L. caractérisé par une lemme prolongée par une très longue arête qui est coudée en son milieu, tordue en spirale et généralement poilue au-dessous du coude, glabre et arquée en fouet au-dessus. Ce genre, bien représenté dans le sud de l'Europe, atteint à peine la bordure nord du Sahara, au pied de l'Atlas saharien.

Stipa L : caractérisé par une panicule plus ou moins lâche. Epillets indépendants, comportant une fleur fertile. Lemme pourvue d'un calus allongé et souvent velu, portant au sommet une arête simple, genouillée, plus ou moins tortillée et, le plus souvent, très longue. Feuilles étroites et enroulées.

5. Caractéristique de *Stipa tenacissima* L. :

1 - Lemme membraneuse, bifide; plante très robuste, en touffes denses, à feuilles longues et coriaces; inflorescence longue (30 cm), très fournie; plante vivace; floraison de mai à juin. Plante des régions semi-arides des Hauts-Plateaux, qui pénètre dans l'extrême Nord Saharien (jusqu'à Tihempt), en Afrique du Nord et en Espagne.

2 - Lemme nettement bifide au sommet, à arête de 6 cm, genouillée, velue et tortille au-dessous du genou. Chaumes pouvant atteindre 1,50 m, en touffes d'abord compactes puis évidées au centre. Feuilles junciformes par temps sec, aiguës et piquantes, se laissant arracher (différence avec *Lygeum Spartum*). Panicule étroite, allongée, atteignant 35 cm. Clairières des forêts, steppes abondant sur tous les Hauts Plateaux et l'Atlas saharien; manque sur le littoral constantinois et algérois, très abondant en Oranie.

6. Caractères biologiques de *Stipa tenacissima* L :

Stipa tenacissima L, plante herbacée, vivace, se présente sous l'aspect d'une touffe à peu près circulaire dont le diamètre varie fortement selon la qualité de la nappe, celle-ci dépend d'interactions multiples avec les conditions climatiques et édaphiques qu'elle rencontre.

Stipa tenacissima L est composé de deux parties : souterraine et aérienne, la première est formée d'un rhizome (capital pour la régénération) et la seconde de feuilles composées de limbes atteignant parfois 1,50 m de long. Il forme des touffes circulaires s'évidant graduellement au centre, au nombre de 3000 à 5000 en moyenne à l'hectare dans un peuplement normal, dans un peuplement dégradé, le nombre diminue de 1000 à 2000 touffes.

6.1. Partie souterraine :

La partie souterraine de la touffe de *Stipa tenacissima* L. est constituée par l'ensemble des rhizomes caractérisés par des nœuds et des entre-nœuds, des racines et des radicelles touffues et très denses. Descendant à des profondeurs variables (jusqu'à 50 cm dans le sol) suivant la nature de la roche-mère et la profondeur du sol.

➤ Le rhizome:

Le rhizome est ramifié avec rejets, les rejets se terminent avec les jeunes pousses feuillettes.

Sur le plan anatomique, l'épiderme du rhizome comprend des cellules à parois fortement épaisses et irrégulières, Il est caractérisé par des entre-nœuds très courts et par des ramifications importantes.

Sur leur face supérieure, les entre-nœuds présentent des bourgeons qui donnent soit un nouvel entre-nœud soit un rameau aérien. Sur les rhizomes âgés, quelques pousses terminales donnent naissance à des chaumes florifères.

Sur la face inférieure d'un entre-nœud, partent vers les bas des racines adventives disposées le plus souvent par deux ou trois. Ce sont les rhizomes qui permettent à la plante de résister à la sécheresse estivale et au froid hivernal, qui sévissent dans les régions qu'elle recouvre.

➤ **Les racines :**

La quasi-totalité du système racinaire de *Stipa tenacissima* L se localise dans l'horizon superficiel à une profondeur allant jusqu'au niveau de la croûte calcaire qui fait un obstacle aux racines, mais quelques racines périphériques s'étalent vers l'extérieur.

La racine présente une coiffe à son extrémité ; au-dessus de la coiffe on a les poils radicaux, abondants, longs, à surface hérissée. Elle présente une biomasse racinaire très importante, supérieure à sa biomasse aérienne.

Selon Zeriahe (1989), le système racinaire de l'alfa est rameux et touffu. Il est constitué de:

* Racines adventives, 2 mm de diamètre environ, présentant de nombreuses ramifications.

* Racines fasciculées de formes circulaires permettant à la plante de se fixer et d'absorber l'eau et les éléments nutritifs dans le sol.

Les zones terminales de ces racines secrètent des mucilages de nature polysaccharidique. C'est le système racinaire qui permet à l'alfa de se fixer au substrat édaphique luttant ainsi contre l'érosion éolienne et hydrique. Ce type d'enracinement, entraîne au niveau des touffes, la formation de dômes surélevés par rapport à la surface du sol et contribue à piéger le matériel éolien.

6.2. Partie aérienne :

La partie aérienne de *Stipa tenacissima* L, c'est-à-dire sa feuille, est constituée par des rameaux portant des gaines surmontées de limbes de 30 à 120 cm, qui, par l'effet de la sécheresse, se recourbent en gouttières et prennent l'aspect d'une feuille de jonc.

tenacissima L est une poacée vivace, coespiteuse et xérophile ; elle varie de 20 à 150cm de hauteur et de 10 à 180cm de diamètre. La partie aérienne de la touffe comprend les feuilles, portant des gaines imbriquées les unes dans les autres, surmontées de limbes qui peuvent atteindre 100cm à maturité, et par des chaumes inflorescences portant à leur sommet les panicules en période de floraison.

Les innovations sont formées par les jeunes pousses du rhizome; elles portent à l'opposé de la feuille axiale, une pré-feuille constituée par une gaine portant deux prolongements linéaires

➤ **La tige:**

Elle est creuse et cylindrique, sa cavité est interrompue régulièrement au niveau du nœud par des diaphragmes résultant de l'enchevêtrement des faisceaux conducteurs. Au niveau de chaque nœud existe un bourgeon qui peut donner naissance soit à un entre-nœud, soit à une tige aérienne, ou reste dormant parfois pendant plusieurs années et constitue une réserve qui entre en activité lorsque la souche est épuisée.

Parfois, l'axe caulinaire (sommets de la tige) se développe sur les rameaux les plus anciens, donnant naissance à un chaume florifère qui peut atteindre 60 à 120 cm de haut.

➤ **Le chaume :**

Le chaume est feuillé et recouvert par des gaines très longues. Il ne présente pas de nœuds dans toute la partie émergée : il est directement lié à un autre nœud du rhizome. Ce chaume, à entre nœuds plus longs, est porteur de l'inflorescence : panicule à épillets indépendants comportant une fleur fertile.

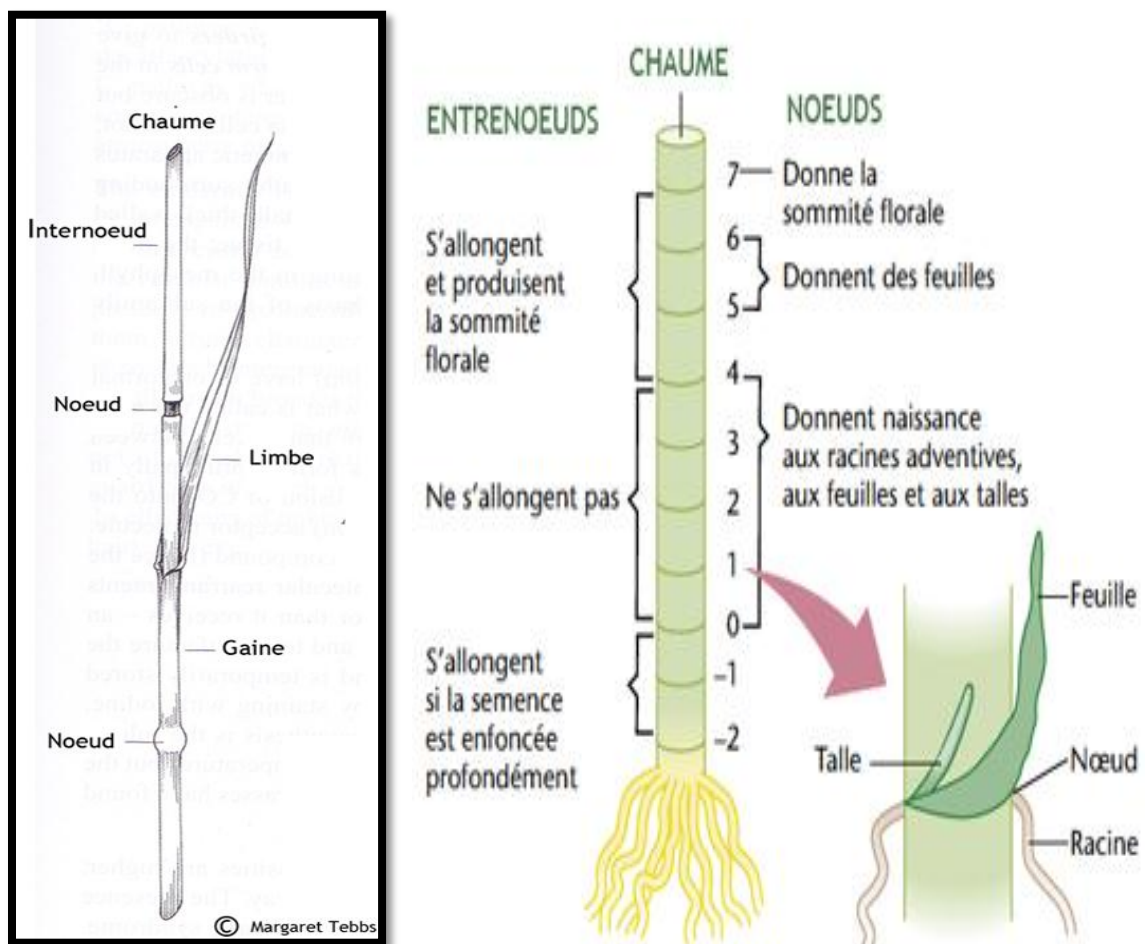


Figure 3 : Schémas de chaume chez les poacées

➤ **La feuille :**

La feuille de *Stipa tenacissima* L est longue et grêle, souvent junciforme, constituée par un limbe dont la face inférieure porte de fortes nervures, l'une et l'autre sont

recouvertes d'une cire isolante qui permet à la plante de résister à la sécheresse. La longueur de la feuille est de 50 à 60 centimètres. Les feuilles de *Stipa tenacissima* L sont persistantes, durant au moins deux à trois ans, elles se divisent en deux parties : la gaine et le limbe réunis par une articulation.

Les feuilles insérées au niveau des entre-nœuds courts se recouvrent mutuellement par leurs gaines, camouflant ainsi l'axe caulinaire ou sommet de la tige. Extérieurement, les groupes de 2 à 3 rameaux apparaissent donc enveloppés, sur une longueur de 15 cm environ, par les gaines foliaires successives, d'où s'échappent 3 à 6 limbes et parfois aussi les deux prolongements soyeux, plumeux axillant un rameau latéral.

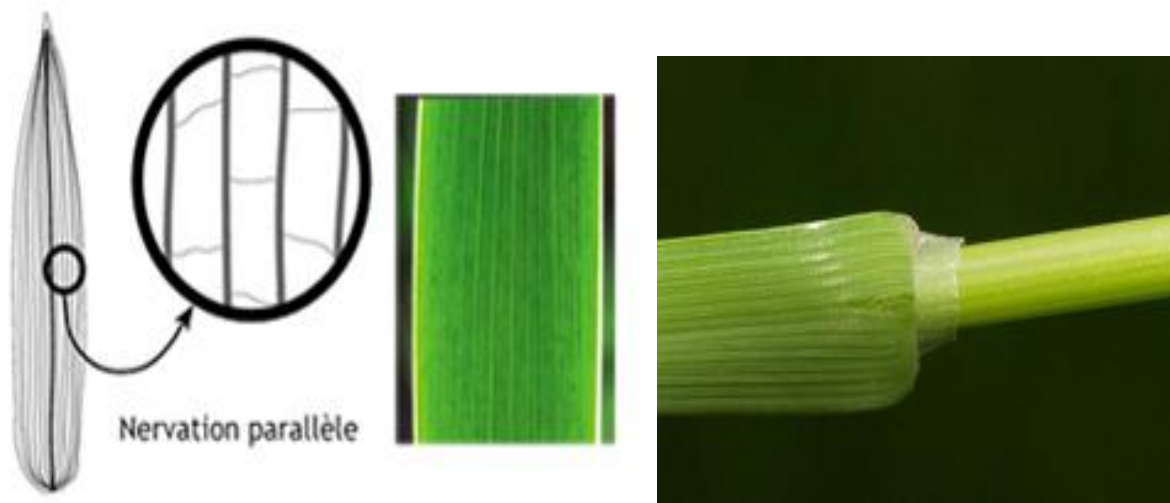


Figure 4 : la feuille des monocots.

➤ **La gaine :**

La partie inférieure de la feuille est lisse, luisante, enroulée, attachée vers le bas directement au rameau issu d'un entre nœuds du rhizome, vers le haut, la gaine porte le limbe, elle présente deux faces d'épidermes très différentes sur la face externe, l'épiderme présente de nombreuses cellules exothermiques, doublées d'une assise de fibres hypodermiques. Sur la face interne, plusieurs racines parenchymateuses incolores constituant l'épiderme. Les faisceaux sont entourés de parenchyme chlorophyllien.

➤ **La ligule :**

La ligule est située entre la gaine et le limbe, elle a une forme pointue.

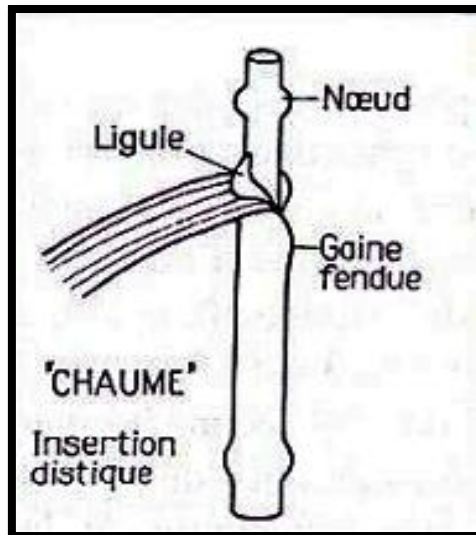


Figure 5: Schéma de la gaine et ligule chez les poacées.

➤ **Le limbe :**

La longueur moyenne du limbe, à la maturité, varie entre 40 et 80cm ; sous l'influence de la sécheresse, le limbe s'enroule, se durcit prend l'aspect d'une feuille ; il présente une pointe fine avec une teinte blanchâtre à jaunâtre. La face interne ou supérieure du limbe est argentée, relevée de sept fortes nervures couvertes de villosité, la face externe ou inférieure, luisante, unie, dépourvue de nervures saillantes. Les deux faces sont pourvues d'une cire pour permettre à la plante de résister à la sécheresse.

➤ **L'inflorescence :**

L'inflorescence de *Stipa tenacissima* L est une panicule compacte et dressée de longueur entre 25 et 35cm, composée par l'ensemble des épis constitués eux-mêmes par des épillets en nombre variable, qui correspondent aux fleurs chez *Stipa tenacissima* L. L'épillet est fixé sur un pédoncule par un entre-nœud et est formé de deux glumes (inférieures et supérieures) et de l'unique fleur portée par un rachis.

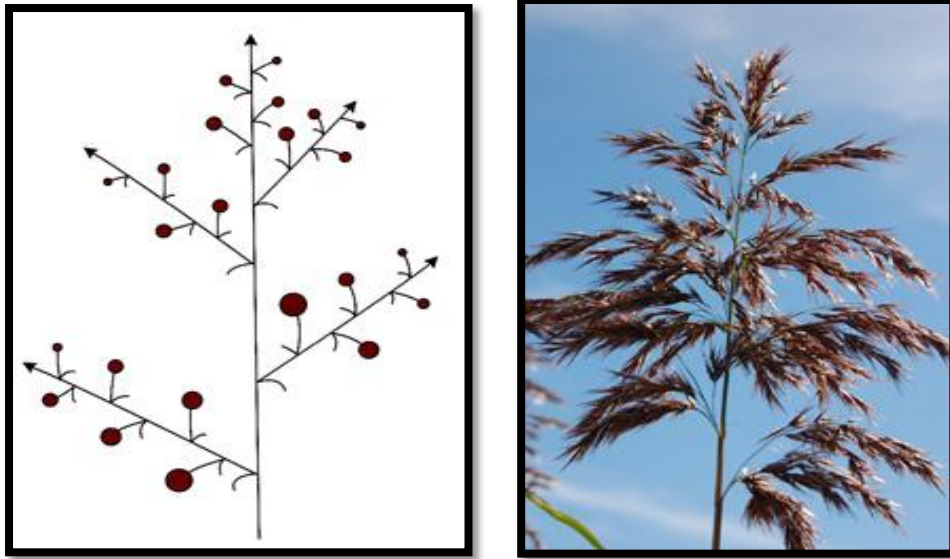


Figure 6 : Schéma de l'inflorescence (panicule : grappe en grappe)

➤ **La fleur :**

La fleur est protégée par deux glumes d'égale longueur. La glumelle supérieure bifide au sommet, velue dorsalement, porte une arête et la glumelle inférieure est plus fine. Généralement, les fleurs apparaissent vers la fin avril, début mai, La fleur unique est articulée et se détache facilement à la maturité.

La floraison a lieu à partir de la fin du printemps et durant tout l'été. Cette espèce est hermaphrodite (présentant les 2 sexes sur la même fleur). La pollinisation se fait de manière entomogame c'est-à-dire que le pollen est porté par des insectes, et la dissémination des graines se fait par anémochorie (le mode de dispersion des graines des végétaux se faisant grâce au vent).

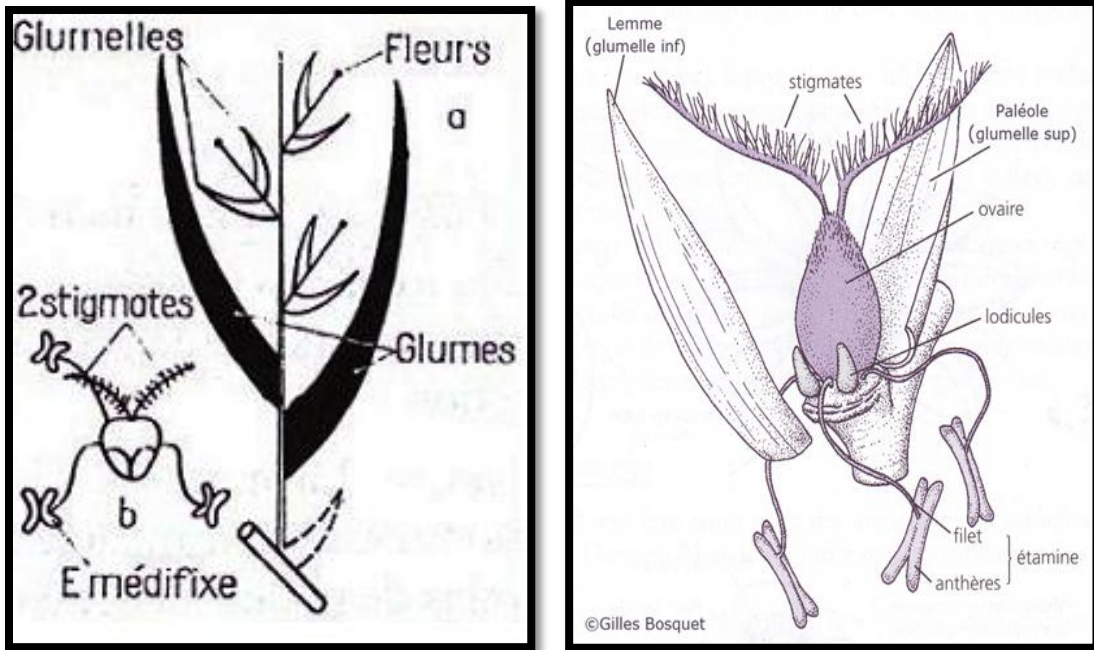


Figure 7 A et B: Schémas de la fleur

La fleur des Monocotylédones, est composée de 2 verticilles de 3 tépales, de 3 étamines et de 3 carpelles soudés avec un ovaire supère. Cela peut-être résumé par la formule florale suivant : $(3 + 3) T + 3 E + 3 C$

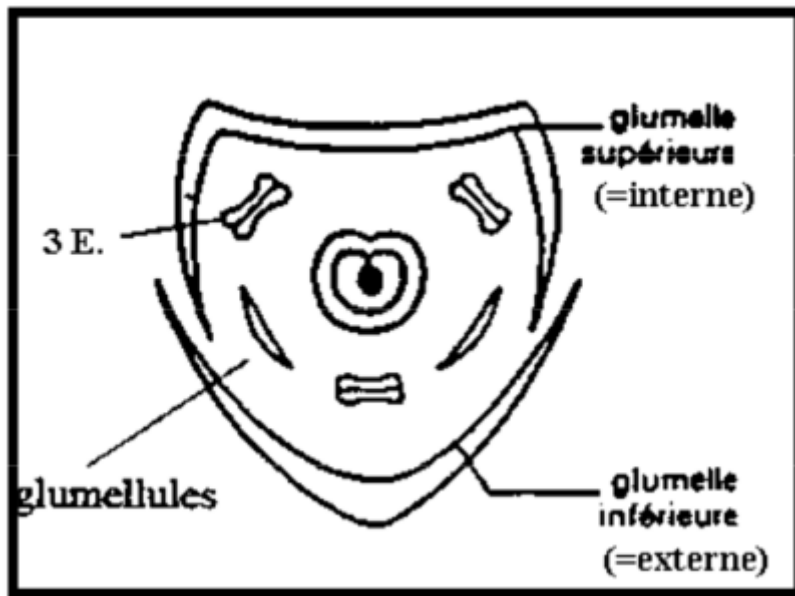


Figure 8: Diagramme floral des monocots.



Figure 9: la fleur et l'inflorescence de *Stipa tenacissima* L

➤ **Epillets**

Indépendants, réunis en une inflorescence rameuse appelée panicule, lâche ou parfois plus contractée, notamment quand elle est jeune, très fournie, étroite, allongée, atteignant 35 cm. Glumes aussi longues que les glumelles avec une seule fleur fertile par épillet. Lemme membraneuse nettement bifide au sommet, pourvu d'un callus allongé et souvent velu, portant au sommet une arête de 6 cm, qui est coudée en son milieu, tordue en spirale à sa base et généralement poilue au-dessous du coude, glabre et arquée en fouet au-dessus.

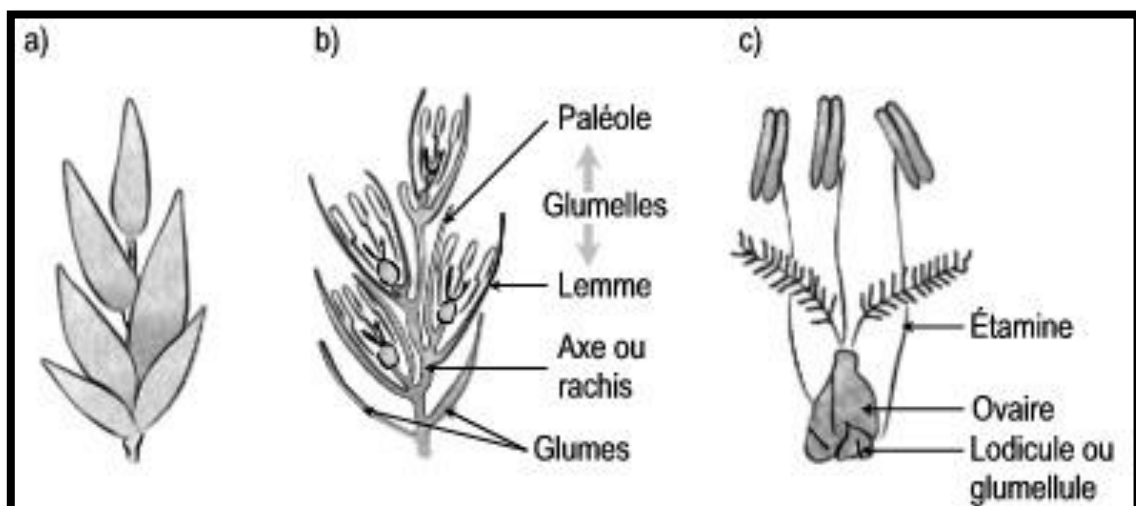


Figure 10: Structure de l'épillet des Poacées : (a) vue d'ensemble (b) en coupe longitudinale (c) détail d'une fleur

➤ **Le fruit :**

Le fruit de *Stipa tenacissima* L est un caryopse appelé graine qui mesure à maturité 5 à 8mm de longueur, linéaire, allongé avec un hile formant le sillon longitudinal. Sa partie supérieure est brune et porte souvent les stigmates desséchés.

Le caryopse est un fruit sec, indéhiscent, à une seule graine dont le tégument est intimement soudé au péricarpe du fruit.

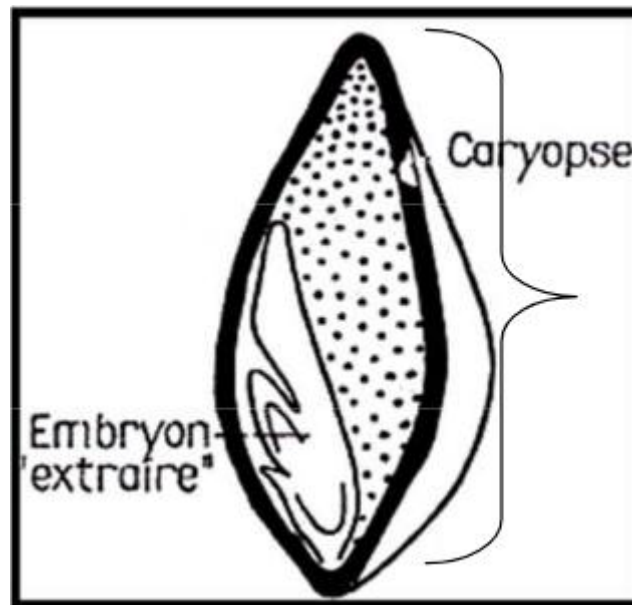


Figure 11: Schéma du fruit (caryopse).

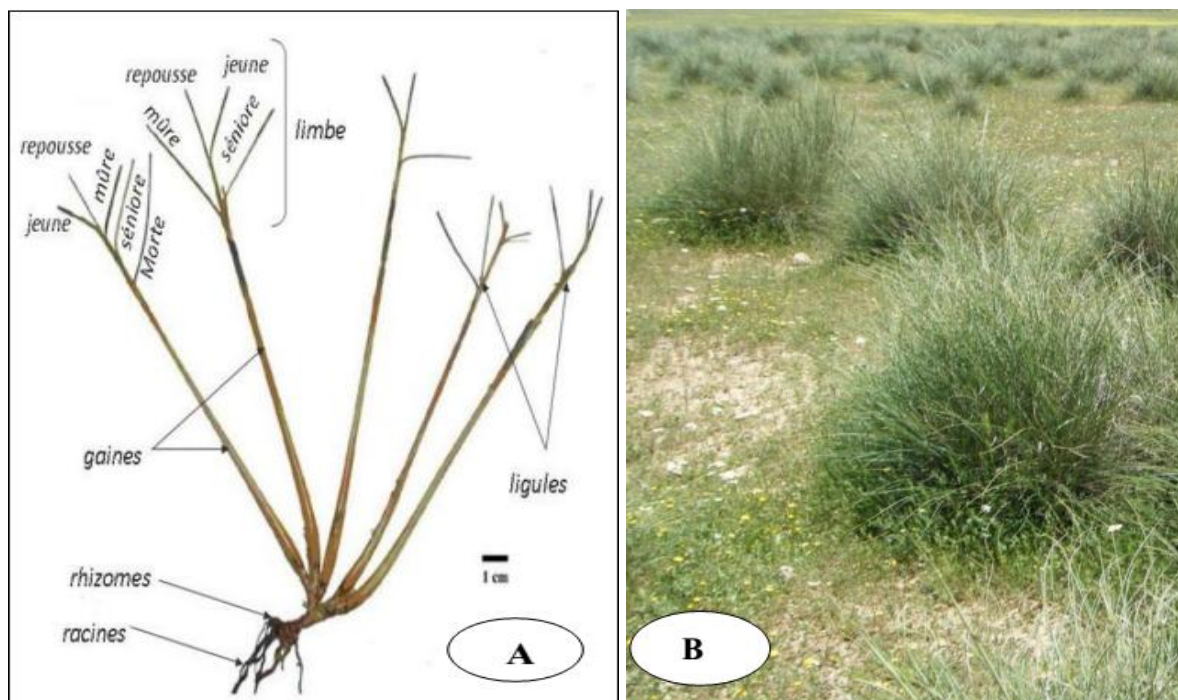


Figure 12: *Stipa tenacissima* L. avec indication des parties principales

A: Les indications des parties principales de *Stipa tenacissima* L.

B: Les Touffes de *Stipa tenacissima* L.

7. Phénologie

- L'espèce *Stipa tenacissima* présente deux périodes de vie ralentie : hivernale et estivale : le repos hivernal dû au froid qui diminue l'assimilation dès que la température descend au-dessous de 3°C à 5°C qui dure généralement 3 à 4 mois, alors que le repos estivale est dû à la sécheresse qui débute généralement en juillet et se prolonge jusqu'aux premières pluies d'automne.

- La période de floraison s'étend chaque année de février à juin suivant les localités et les conditions climatiques, elle est conditionnée surtout par la quantité de pluies.

En générale, une jeune touffe d'alfa ne fleurit pas abondamment, alors que les touffes plus âgées et mal venantes fleurissent abondamment. La Floraison a lieu entre mi-mars et mai.

- Elle peut se reproduire selon trois façons différentes, par semis, par bourgeons dormants, ou par extension et fragmentation des souches. Mais elle se propage principalement par le mode végétatif avec une quasi-absence de reproduction sexuée. La croissance végétative se fait par circination dans laquelle la touffe se vide au centre. La couronne formée (1 à 2m de diamètre) éclate et les "fragments" qui en résultent évoluent vers de nouvelles touffes.

- Les fruits mûrissent (caryopses) durant la seconde quinzaine du mois de juin.

- Durant l'automne, l'alfa rentre en végétation plus active et les jeunes feuilles se développent

7.1. Phase de végétation:

Les formations steppiques et ceux de *Stipa tenacissima* L sont considérés comme étant l'un des meilleurs remparts face à l'avancée du désert. Il entre dans la catégorie des végétaux verts. Ses phéno-phases sont les suivantes :

Début de printemps: dès que la température dépasse 3 à 5°C les feuilles persistantes entrent en activité, et commencent à synthétiser leurs substances nutritives, les jeunes feuilles déjà ébauchées depuis l'automne sortent des gaines et de nouvelles innovations se forment. Entre la fin du mois d'Avril et le début du mois de Mai apparaissent les fleurs.

Au début de l'été, les fruits sont mûrs. **En Juillet,** la feuille ferme ses stomates et se met en état de vie ralentie sous l'effet de la sécheresse.

Aux premières pluies d'automne, les feuilles s'allongent et le mécanisme d'assimilation continue.

7.2. Phases de reproduction:

L'Alfa se multiplie en milieu naturel par semis, par bourgeon dormant et par extension et fragmentation des souches.

✓ **Reproduction par semis:**

La maturité de l'épillet est en juin et la floraison de *Stipa tenacissima* L est assez courante pour peu que les précipitations soit suffisantes et la ramification axillaire apparait très tôt après la germination.

✓ **Reproduction par bourgeons dormants:**

Lorsque les vieilles touffes sont épuisées, les bourgeons axillaires se réveillent au printemps, donnent naissance à de petites touffes dont les feuilles restent courtes pendant trois ans ou plus. Cette rénovation des touffes à partir des bourgeons dormants est le principal mode de reconstitution des nappes Alfatières détruites par abus de cueillette.

✓ **Reproduction par extension et fragmentation des souches:**

L'encombrement important des touffes par les feuilles mortes dont l'ensemble constitue le fatras, favorise la floraison, crée à l'intérieur d'elle un milieu asphyxique perturbant leur développement et accélère le dépérissement des rameaux anciens du centre entraînant ainsi la fragmentation ou la carcassations des touffes, phénomène considéré comme l'un des mécanismes de régénération naturelle de *Stipa tenacissima* L par voie végétative.

La calcination :

Quand les feuilles mûres restent sur pieds longtemps, sans être enlevées, par exploitation ou nettoyage, elles se dessèchent, cessent toute activité photosynthétique et tombent au centre de la touffe. D'autre part, les débris des feuilles, des chaumes florifères, des vieux rameaux, s'accumulent au centre de la touffe, formant avec les feuilles sèches un feutrage appelé fatras. Le fatras encombre la touffe, asphyxie tous les bourgeons des rhizomes du centre. Il empêche toute multiplication par ramification axillaire. Cependant, la multiplication caulinaire continue normalement, la touffe prendra alors un développement centrifuge. Le centre s'entrouvre de plus en plus, la touffe prendra petite à petit une forme circulaire

8. Ecologie de *Stipa tenacissima* L:

Cette espèce est présente dans les milieux arides méditerranéens, exceptés dans les zones désertiques. Elle délimite le désert, là où *Stipa tenacissima* L s'arrête, le désert commence.

En Afrique du Nord, il est connu que les steppes à alfa assurent la transition entre les groupements forestiers et les groupements steppiques à sparte et armoise blanche. Elles sont très répandues dans les hautes plaines steppiques avec une grande amplitude écologique. Plante hautement xérophile, *Stipa tenacissima* n'appartient pourtant

pas à la végétation la plus aride. Au Sud, son extension est limitée par la sécheresse; au Nord c'est l'humidité croissante qui l'arrête.

L'alfa est régit par des facteurs édaphiques et surtout par des facteurs climatiques.

8.1. Facteurs climatiques :

8.1.1. La pluviométrie

L'alfa supporte une pluviosité variée (100 à 600 mm / ans), mais s'installe de préférence dans les régions de pluviosité comprise entre 200 à 400 mm/ an.

L'alfa pousse entre les isohyètes 500 et 100 mm / an mais ne forme des nappes qu'entre les isohyètes 400 à 100 mm/ an, mais si elle dépasse 600 mm, l'alfa est remplacé par le diss (*Ampelodesma mauritanica*).

Les steppes à *Stipa tenacissima* L dominant se rencontrent dans les zones là où les précipitations annuelles varient entre 450 et 1300 mm. Sa grande résistance, au froid, lui permet d'atteindre des altitudes élevées ; c'est pour cela qu'on peut la retrouver à 1800 m d'altitude.

8.1.2. La température

L'alfa résiste à une température de -15 °C et peut aller jusqu'à -19 °C à Rogassa (Elbayadh). Au-dessus de 1 à 3 °C, la plante se met en état de vie latente. Son optimum de développement se situe entre +16 °C et 25 °C de température moyenne annuelle. Lacoste (1955) a montré qu'une moyenne estivale supérieure à 25 °C pendant 4 mois est néfaste pour le développement de la plante.

8.1.3. La lumière

Le rythme biologique de l'alfa est induit par la photopériode qui a pour résultat de coïncider la période de reproduction sexuelle avec la saison la plus favorable, en l'occurrence le printemps.

Durant l'hiver, les feuilles persistantes utilisent les rayons solaires, ce qui explique, d'après Pouget (1980) l'exclusion de l'alfa des peuplements forestiers trop fermés. Harche (1975) note qu'à 20 °C, la lumière naturelle, la luminosité rouge et infrarouge n'ont pas d'effet sur la capacité germinative des caryopses de l'alfa.

8.1.4. Le vent

Le vent joue un rôle important dans la dispersion des semences et le transport des matériaux qui en s'accumulant au niveau de la touffe d'alfa augmentent l'épaisseur du sol ; par contre le vent violent et fort, à caractère érosif, est aussi responsable en grande partie de la destruction des peuplements steppiques.

8.2. Facteurs édaphiques :

Le facteur édaphique joue un rôle moins décisif dans la répartition des nappes alfatières.

Stipa tenacissima L se développe sur des sols le plus souvent à substrat calcaire (Maghreb) ou marno-calcaire (Espagne) et en général bien drainés. Trois types de *Stipa tenacissima* L sont distingués selon le site occupé : *Stipa tenacissima* L de glacis à très faible pente <2m : *Stipa tenacissima* L ensablé dont la taille peut dépasser 1,50 m lorsque l'ensablement est limité à la touffe ; et *Stipa tenacissima* L de montagne.

Stipa tenacissima L se développe sur des sols squelettiques secs à texture limono-sableuse

Stipa tenacissima L fuit les sols lourds où l'argile dépasse 12 à 15 % des éléments, si le drainage est mal assuré.

Stipa tenacissima L fuit aussi Les eaux stagnantes, peu d'argile recouverte de pierrailles calcaires sur un substrat sableux, et avec pH compris entre 7 à 8,5, les terrains salés ne conviennent pas à *Stipa tenacissima* L.

Stipa tenacissima L ne montre pas d'exigence édaphique mais vient sur les sols calcaires et pierreux, elle fuit les dépressions inondées, les sols argileux et salés dans son aire de prédilection.

Les steppes de *Stipa tenacissima* L se trouvent dans de nombreux types de conditions édaphiques. Elles se développent sur des sols marneux, calcaires ou gypseux, et généralement sur des sols peu profonds.

9. Reproduction

L'alfa peut se multiplier par trois voies :

- **Semis naturels** : ce mode de multiplication est exceptionnel, il ne se produit que lorsque les conditions d'environnement (climatiques et édaphiques) sont favorables.

- **Bourgeonnement** : Lorsque les vieilles souches meurent, les rameaux périphériques du rhizome portent encore un certain nombre de bourgeons dormants.

Au printemps, ces bourgeons se développent et donnent naissance à des racines adventives ; ainsi une petite touffe se forme

- **Fragmentation de souche** : chaque touffe née de cette division, s'arrondit, s'étend puis se fragmente à son tour.

10. La récolte de l'Alfa

L'Alfa se récolte après la maturation des graines, c'est-à-dire, à partir de juillet-août. La récolte commence par l'enlèvement des feuilles uniquement à la main, par arrachage, suivant la pratique adoptée depuis toujours, soit en enroulant les feuilles

autour d'un bâton court, soit en se garnissant la main d'une tige de métal. Le javeleur saisit une poignée d'Alfa, l'enroule autour d'une tige métallique pour assurer sa prise et tire brusquement. Avec son pied il retient les racines pour les empêcher d'être arrachées en même temps que les feuilles. Celles-ci sont liées en petites balles avec une tresse d'Alfa. Puis ces petites balles sont pressées pour constituer les grosses balles qui seront envoyées au centre de collecte. Ensuite, l'Alfa pesée sera stockée dans ces centres avant d'être transférée à l'usine, pour en extraire la pâte à papier en particulier (Figure 13).

Aujourd'hui, il serait possible de mécaniser la récolte d'alfa, cependant, la voie de la mécanisation n'a pas été suivie, car d'un côté, la récolte manuelle fournit un revenu à quelques milliers de cueilleurs, et d'autre part, comme c'est une activité saisonnière, cela ne serait pas économiquement rentable, en plus de la difficulté d'accès et la topographie particulière des nappes alfatières.



Figure 13. Les différentes étapes de la récolte de l'Alfa (a) l'arrachement, (b) la collecte et (c) la mise en balle

11. Domaines d'applications

Les applications de l'Alfa sont multiples et diversifiées, et peuvent être classées en 2 catégories selon la nature de la matière :

❖ Les tiges de l'Alfa :

- **Applications artisanales** : Ces tiges, une fois filées ou tressées, s'emploient pour la fabrication de cordages et d'objets de sparterie (tels que : des tapis, des paniers, des paillasons, des plateaux, des ficelles ...). L'utilisation artisanale par les riverains qui habitent dans les régions alfatières peut être évaluée à 50 kg/ménage/an (Figure 14).
- **Pâturage** : Les nappes alfatières constituent un espace pastoral de réserve tant pour le bétail (bœufs, moutons, chameaux...) que pour la faune sauvage (gazelle...). Du fait qu'elle est relativement délaissée par les animaux en présence d'autres ressources pastorales plus appétentes, vu sa faible valeur alimentaire, elle constitue un énorme stock qui permet la survie des animaux pendant les années de disette.
- **Combustible** : Le pouvoir calorifique supérieur de l'alfa varie de 4666 Kcal/kg pour les brins de 1 an et de 5160 et 5163 Kcal/kg pour les brins âgés de 2 ans et de 3 ans respectivement, ce qui lui confère un usage énergétique important sous forme de briquettes combustibles en remplacement ou d'appoint au bois de feu.



Figure 14. Des exemples d'artisanat Alfatière (des paniers, des paillassons, des espadrilles...

❖ **Les fibres de l'Alfa:**

- **La pâte à papier :** A la fin du 19^{ème} siècle, le papier d'Alfa est apparu, c'est un papier de bonne qualité qui met bien en évidence la valorisation de cette plante et lui donne une grande importance économique. La pâte à papier représente la branche qui consomme le plus d'Alfa (la Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa (SNCPA – Tunisie) produit 25.000 tonnes de papier et 12.000 tonnes de pâte par an) (Figure 15) . Cette pâte est essentiellement utilisée dans la fabrication du papier noble usage, du papier cigarette, du papier filtre et du papier condensateur (diélectrique).
- **Non tissés :** Des travaux ont été effectués afin de remplacer des fibres de verre et de carbone, qui ont un coût élevé influençant le prix de revient du produit fini. Les non tissés sont utilisés comme couche de renfort pour des emboitures dans le domaine orthopédique par exemple.
- **Composites :** Analogiquement, des études ont été réalisées pour développer des composites à base de fibres d'Alfa dans une matrice de polypropylène, de polyester ou de PVC. Ce recours aux fibres naturelles se produit de plus en plus de nos jours afin de réaliser des composites biodégradables avec des bonnes performances mécaniques et acoustiques et avec moins d'impact sur l'environnement. Mais ce type d'application connaît quelques difficultés pour la mise en œuvre telles que des problèmes de cohésion avec la matrice utilisée.

Par ailleurs, la feuille d'Alfa fournit également des sous-produits puisqu'elle possède des acides gras insaturés, notamment l'acide oléique et l'acide linoléique, pouvant être valorisés dans le domaine diététique et des cires utilisées pour les cosmétiques.

Malgré cette diversité d'utilisations, l'Alfa n'est donc utilisée qu'à son état primitif (des tiges) ou bien en fibres très courtes n'ayant aucune performance mécanique (composites et non tissés) ou encore sous forme de pâte. C'est alors dans ce cadre que se situe notre travail qui va consister à extraire les fibres techniques avec une longueur et des propriétés mécaniques suffisantes pour être transformées en fils.



Figure 15. Illustrations de la pâte d'Alfa commercialisée par la SNCPA

12. Intérêt écologique et enjeu socio-économique

Cette espèce aux vertus écologiques, économiques et sociales occupe une place très importante dans les pays producteurs et notamment chez les populations qui vivent aux alentours de ces exploitations.

12.1. Intérêt écologique

L'Alfa joue un rôle fondamental dans la protection et le maintien de l'intégrité écologique de tout l'écosystème. En effet, elle joue un rôle important dans la lutte contre le phénomène de désertification, elle est considérée comme l'un des remparts face à l'avancée du désert grâce à son système racinaire très développé qui permet la fixation et la protection du sol. Elle permet aussi d'éviter l'érosion éolienne durant les périodes sèches grâce à son aptitude de persister durant les périodes de sécheresse en maintenant une activité physiologique au ralenti. Elle lutte également contre l'érosion pluviale, les touffes d'Alfa constituent des barrages qui freinent le ruissellement.

De plus, cette plante ne nécessite pas une grande quantité d'eau pour survivre, elle est présente dans des aires où les précipitations annuelles se situent entre 50 et 150 mm). Elle utilise ainsi chaque goutte d'eau mise à sa disposition.

Finalement, l'Alfa pousse spontanément sans avoir recours aux pesticides ni insecticides ni engrais, en tout respect et harmonie avec son environnement.

12.2. Enjeu socio-économique

Cette graminée pérenne présente un intérêt économique certain puisqu'elle entre dans des utilisations à des fins industrielles, cités précédemment, comme la pâte à papier, l'artisanat et les composites biodégradables. Le chiffre d'affaires annuel de la SNCPA est de 30 Millions d'Euros. Actuellement, dans les régions Alfatières marocaines, quelques 41.521 foyers d'éleveurs vivent plus ou moins directement des produits de l'Alfa, et environ 5000 en Tunisie.

13. Les principaux facteurs de dégradation des nappes alfatières

La steppe n'est pas climacique et ne représente qu'un des stades de dégradation des groupements végétaux forestiers. La dégradation de ces groupements climaciques proviendrait vraisemblablement d'une évolution climatique dont les effets auraient été aggravés par les actions anthropiques, les facteurs de dégradation sont d'ordre écologique et humain.

13.1. Facteurs écologiques

13.1.1. Les contraintes climatiques

La sécheresse :

La sécheresse cyclique transforme les paysages tout en accentuant l'action destructrice de l'homme. La dernière sécheresse qui a sévi dans les Hautes Plaines Oranaises, de 1980 à 1990, est exceptionnelle par son ampleur. La sécheresse a été le révélateur de la désertification dans les zones arides où, vu la faible pluviosité et sa plus grande variabilité, il est devenu plus difficile à l'écosystème et à la société de résister. Cependant, l'impact de la sécheresse est faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul. En effet, la végétation et les sols des régions arides se sont adaptés à des conditions de sécheresse récurrentes au cours des siècles et des millénaires passés acquérant une capacité à récupérer leurs caractéristiques après perturbation.

L'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification, mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches. La sécheresse contribue à la dégradation des ressources naturelles telles que la végétation, les parcours pastoraux et les sols, accentuant ainsi le processus d'érosion et de désertification. En effet, la sécheresse et la désertification sont des phénomènes très liés. Au cours du siècle précédent, l'Algérie a vécu plusieurs périodes de sécheresse dont les plus intenses ont été ressenties en 1910 et en 1940 et de manière plus persistante dans les années 1975-1980 ainsi qu'au début du siècle, ce qui donne une idée de l'ampleur de cette sécheresse et de la dégradation climatique qui en est la cause.

Une analyse statistique de l'évolution de la pluviosité de plusieurs stations steppiques, montrent que les steppes algériennes sont caractérisées par une aridité croissante, cette tendance est plus prononcée pour les steppes occidentales que les steppes orientales. La zone steppique, sous une ambiance climatique aride, la période sèche peut s'étendre jusqu'à neuf mois. La lutte contre la désertification de l'espace steppique de l'ouest algérien ne peut réussir que si l'espèce principale *Stipa tenacissima* L. est réhabilitée dans son aire écologique. Cette réhabilitation n'est possible qu'à travers une maîtrise de la régénération naturelle qui est menacée par plusieurs facteurs tant climatiques qu'anthropiques. Sous l'effet du surpâturage (charge pastorale 5 fois supérieure aux potentialités) la steppe à *Stipa tenacissima* L. est menacée par les formations à *Lygeum spartum*, espèce plus rustique

et s'accommodant au dépôt de sable éolien dont l'épaisseur atteint parfois plus de 14 cm et entrave tout développement de *Stipa tenacissima* L.

Erosion éolienne :

Pour ce facteur, les milieux des zones steppiques sont très sensibles aux processus d'érosion dès que la végétation steppique disparaît. Le recours à des techniques d'aménagement et de gestion des terres est nécessaire. Ces techniques sont basées sur l'utilisation judicieuse des eaux de pluie et la plantation d'espèces ligneuses adaptées à ces régions, contribuant aussi bien à l'accroissement de la production qu'à la protection des sols contre l'érosion. L'érosion éolienne, second facteur physique de dégradation de l'écosystème steppique, est accélérée dans un milieu où la végétation est devenue plus éparse.

13.1.2. Les contraintes édaphiques :

Les sols sont peu profonds, peu évolués, d'apport colluvial ou évolué de type carbonaté à croûte calcaire. Ce sont des sols chimiquement pauvres et physiquement très fragiles. La texture grossière du semblant de sol encore en place n'est qu'un voile sableux (30%) avec des éléments grossiers (20 %) et une faiblesse en matière organique, sont exposés à l'action dévastatrice des vents. L'horizon superficiel est de texture sableuse d'apport éolien à très faible taux de matière organique (inférieur à 0.2%) ne permettant pas la germination des graines de *Stipa tenacissima* L. Les sols sont soumis en permanence à une érosion éolienne et hydrique qui perturbe tout processus de germination et entrave la régénération. C'est surtout l'effet du vent qui dépose des amas de sable sur la végétation qui constitue un handicap majeur au développement de *Stipa tenacissima* L. Soumise à des vents Sud-est durant plus de 3 mois par an, la zone est connue pour les dépôts sableux dès qu'il y a un obstacle.

13.1.3. Facteurs humains

13.1.3.1. Défrichage

C'est une des principales causes de diminution des surfaces alfatières, il peut avoir pour motif la céréaliculture avec l'introduction du tracteur dans les steppes. De ce fait, nous assistons à une augmentation de la fréquence de destruction du couvert végétal. Ce défrichage se fait au dépend des meilleures nappes, celles qui reçoivent entre 300 et 400 mm de pluie par an.

13.1.3.2. Surpâturage

La dégradation du couvert est rapide compte tenu de la charge élevée en cheptel. Le développement de la végétation est très faible à partir du moment où on ne laisse pas le temps aux plantes de s'épanouir ce qui explique que la vitesse de régénération ne s'équilibre pas avec la vitesse à laquelle pâture ce cheptel.

13.1.3.3. L'incendie

C'est un facteur écologique extrêmement important, il a probablement contribué à la sélection des peuplements presque exclusivement alfatiers. En effet d'après Kadik (1986) grâce à sa possibilité de régénération par bourgeons dormants et sa relative résistance aux effets du pacage, l'alfa semble particulièrement être avantagé dans la concurrence interspécifique entre végétaux dans les zones soumises à des incendies répétés.

14. Problèmes de régénération naturelle de l'alfa

La dégradation des nappes alfatières a très vite soulevé le problème de leur régénération qu'est l'ensemble des processus par lesquels les plantes se reproduisent naturellement sans intervention humaine. Les steppes à alfa s'étendaient sur 4 millions d'ha dans les années 1970 et cette superficie est évaluée seulement à 2 millions d'ha, ce qui exprime que ces steppes ont été les plus affectées par la dégradation.

Les steppes algériennes connaissent de sérieuses modifications depuis plus de 30 décennies ; la mer d'alfa décrite par de nombreux explorateurs aux XIXe et XXe siècles, ne figure plus que dans les archives.

En Oranie, la formation steppique à *Stipa tenacissima* ne couvre que 1.250 000 ha , alors qu'elle couvrait plus de 2. 200 000 ha dans la décennie 1970-80 (HCDS, 2004) et se trouve dans un état de dégradation très avancé nécessitant des actions de réhabilitation et de préservation.

Les formations à *Stipa tenacissima* dans le Sud-Oranais n'occupaient que 2 200 000 ha dominés par 1 700 000 ha de formations très claires et 500 000 ha de formation moyennement dense . La pression anthropozoogène que subit en permanence cette formation s'est traduite par une perte remarquable de biomasse verte de l'alfa qui est passée en moyenne de 1750 à moins de 100 kg/MS/ha. Ces chiffres sont confortés par l'inventaire du CNTS en 1989 qui souligne que plus de 50% des nappes alfatières ont disparu.

Divers facteurs, en particulier l'anthropisation, la lenteur du rouissage et les aléas climatiques, sont responsables de la situation actuelle des nappes alfatières. Actuellement du fait de leur difficulté à se régénérer ces steppes régressent rapidement et la diminution de la biomasse verte de l'alfa peut s'expliquer par le surpâturage comme cause principale de dégradation, par la sécheresse, par la cueillette abusive, le brulage et le défrichement (cultures céréalières).

Face à leur difficulté à se régénérer, les steppes à *Stipa tenacissima* régressent rapidement et le sol se dénude accélérant le processus de la désertification. La fragilité éco-physiologique et physiologique (absence de fructification des graines et de régénération) de la formation à *Stipa tenacissima* est provoquée essentiellement par les pratiques humaines irrationnelles (défrichement abusif, surpâturage, sur-collecte de l'alfa) auxquelles s'ajoutent les fluctuations climatiques (essentiellement diminution des précipitations). Cette formation végétale steppique doit également faire face à un

bioclimat contraignant (période annuelle sèche allant jusqu'à 9 mois dans le Sud oranais ; une pluviométrie faible et irrégulière).

Cette perte de la capacité de régénération naturelle des steppes à alfa est la conséquence des conditions souvent défavorables à la germination.

Mehdadi et al. (2004), Bessam et al. (2010), Moulessehoul et Mehdadi (2015) ont réalisé plusieurs tests sur la régénération par semis et ont montré que la germination des caryopses au laboratoire peut être améliorée en utilisant certains prétraitements comme le pré-trempe pendant 24h dans de l'eau distillée à une température de 25°C, la scarification mécanique et chimique par trempage dans l'acide sulfurique pur pour une durée de 10 à 15 mn. La capacité de germination des caryopses d'alfa fluctue en fonction de leur origine géographique, ce qui laisse supposer l'existence d'écotype, et en fonction de leur âge. Les conditions climatiques défavorables de la saison estivale rendent presque impossible la survie des jeunes plantules issues de la germination des caryopses. Les mêmes résultats étaient obtenus par Boudjada et al. (2009) sur les différentes provenances des semences.

Les divers résultats obtenus depuis les années 1950 n'ont pas encore permis de sauver cette formation végétale si stratégique écologiquement et socio économiquement.