

Liste des figures

Figure 1: Germination épigée (A), germination hypogée (B).....	3
Figure 2 : Mode de croissance des plantes	4
Figure 3 : Modalité de croissance d'une plante. (Rey, 1993)	5
Figure 4 : Ramification terminale (A), Ramification latérale (B).....	6
Figure 5: Ramification monopodiale (A) et Ramification sympodiale (B)	6
Figure 6 : Ramification continue (A), ramification rythmique (B) et ramification diffuse (C).7	
Figure 7: Système et ordre de ramification	8
Figure 8 : Branches d'un giroflier avec réitérations partielles.....	10
Figure 9 : Triangle didactique	11
Figure 10 : Disposition de feuilles de giroflier	17
Figure 11: Clous, fleurs (A) et fruits (B) de giroflier	18
Figure 12 : Etapes de la synthèse de la Vanilline à partir de l'Eugénol	20
Figure 13: Pépinières de girofliers	22
Figure 14: Photos des élèves pendant l'exposé.....	24
Figure 15: Sortie dans la nature. CP FJKM.....	25
Figure 16: Mise en terre de plantules de giroflier par des élèves.....	26
Figure 17 : Discussion entre les éléments du groupe pour répondre les questionnaires	26
Figure 18 : Plantules non ramifiée de giroflier	29
Figure 19 : Jeune plante de giroflier avec les premières ramifications	30
Figure 20 : Jeune plante de giroflier à trois ordres de ramification.	31
Figure 21: Jeune giroflier à 4 ordres de ramification	32
Figure 22: Évolution de stades de développement du giroflier :.....	35
Figure 23 : Courbe de variation des notes de 20 groupes d'élèves pendant l'expérimentation..	39

Liste des tableaux

Tableau I: Répartition des échantillons d'études selon leurs sexes et leurs établissements	23
Tableau II: Diagramme architectural du giroflier.....	34
Tableau III : Evolution du <i>Syzygium aromaticum</i> au cours de son développement.....	35
Tableau IV : Résultats de la première question	36
Tableau V: Résultats de la 2 ^{ème} question	36
Tableau VI : Résultats de la 3 ^{ème} question.....	37
Tableau VII : Résultats de la 4 ^{ème} question	37
Tableau VIII : Résultat de la 5 ^{ème} question.....	38
Tableau IX : Résultat de la 6 ^{ème} question	38
Tableau X : Synthèse de notes des groupes sur l'investigation chez le giroflier.....	39
Tableau XI : Synthèse des résultats de l'évaluation en classe	40
Tableau XII : Effectifs des membres adhérents dans les clubs environnementaux.....	40

Sigles et acronymes

APC : Approche par Compétence

APO : Approche par Objectif

APS : Approche par Situation

Arofo : Analanjirofo

CISCO : Circonscription Scolaire

CTHT : Centre des Techniques Horticoles de Tamatave

DREN : Direction Régionale de l'Education nationale

LP : Lycée Privé

MEN : Ministère de l'Education Nationale

PPRR : Programme de Promotion des revenus Ruraux

SAF : Système Agro-forestier

UA : Unité Architecturale

UC : Unité de croissance

ZAP : Zone d'Administration Pédagogique

Glossaire

Acrotonie : développement préférentiel des rameaux au sommet de la tige porteuse, celle-ci restant toutefois la plus développée.

Antofle : qualification des fruits du giroflier qui sont des boutons floraux non récoltés

Aromatique : se dit d'une plante ou d'un organe contenant une ou des essences naturelles volatiles qui lui confèrent une odeur agréable.

Axe : ensemble des structures produites par un méristème au cours de son développement

Axillaire : qui se situe à l'aisselle d'un organe, exemple pour une plante les bourgeons axillaires se trouvent le long de la tige à l'aisselle des pétioles des feuilles.

Baie : fruit charnu, indéhiscent, dépourvu de noyau, mais contenant des graines, vulgairement appelées pépins.

Basitonie : développement préférentiel de rameaux latéraux vigoureux à la base d'une tige.

Bourgeon : petit renflement de la tige d'une plante renfermant les méristèmes protégés par des enveloppes protectrices comme des écailles et qui, en se développant, donneront des feuilles ou des fleurs.

Caduc (-Que) : se dit des organes qui se détachent spontanément soit peu après leur formation (Ex : sépales caducs), soit suivant un rythme annuel (Ex: feuilles caduques)

Corymbe : type d'inflorescence indéfinie dont les fleurs sont, à la faveur de pédoncules d'inégales longueurs, amenées sensiblement sur un même plan, alors que leurs niveaux d'insertion variables s'échelonnent le long du rameau fertile.

Corymbiforme : en forme de corymbe (dont les fleurs sont portées approximativement au même niveau par des pédicelles inégaux insérés à des niveaux différents).

Cyme : inflorescence définie dont l'apex est occupé par une fleur, la plus ancienne

Décussé : qualifie des organes, dont les paires successives insérées le long d'un axe, forment entre elles un angle droit.

Diffus(E) : se dit d'une plante dont les branches et les rameaux lâches, étalés, ne gardent entre eux aucun ordre.

Elagage : chute de branches ou rameaux après leur mort

Mesotonie : développement préférentiel des rameaux latéraux dans la partie médiane d'une tige.

Monopode : dans la ramification monopodiale ou monopodique, les rameaux latéraux se développent sans qu'il y ait arrêt définitif du fonctionnement du méristème de la tige principale : l'ensemble ramifié qui en découle est qualifié de monopode.

Opposé(e) : caractère d'organes qui s'insèrent par deux à un même niveau, en se faisant face (Ex des feuilles opposées). Lorsque, d'une paire à la suivante, l'angle de divergence est de 90° , on dit, en outre, que les pièces sont décussées

Opposée-Décussé : se dit des organes opposés, lorsque, d'une paire à la suivante, l'angle de divergence est de 90° .

Organogenèse : ensemble des phénomènes donnant naissance aux organes à partir de tissus indifférenciés ou ne possédant aucune ébauche préformée.

Orthotrope : axe qui croît vers le haut, qui se tient dressé.

Phyllotaxie : mode de disposition des feuilles le long de la tige.

Plagiotropie : axe qui pousse obliquement ou horizontalement, mais non verticalement.

Réitération partielle : lorsque la duplication ne reprend qu'une partie de l'unité architecturale (une branche qui porte une branche), la structure dupliquée résulte de la réitération partielle de l'unité architecturale

Unité De Croissance (UC) : C'est un métamère établi entre deux arrêts de croissance. L'U.C correspond à la structure mise en place par la tige au cours d'une phase d'allongement ininterrompue.

Sénescence : phénomène par lequel les feuilles perdent progressivement leur chlorophylle, chutent et meurent

Schizogenes : cavités ou poches ou canaux sécréteurs dans lesquels se concentrent des cellules sécrétrices comme chez les Girofliers, les Eucalyptus, les Millepertuis.

Table des matières

LES MEMBRES DE JURY DE CE MEMOIRE	i
Remerciements	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux	iv
Sigles et acronymes	v
Glossaire.....	vi
Introduction	1
A-Etude de la morphologie végétative ou architecture des plantes	3
I-Bases de la morphologie végétative des plantes.	3
1-Processus de croissance	3
2-Processus de ramification	5
3-Différenciation morphologique des axes	8
4-Position des inflorescences	8
II-Notions de modèle architectural des plantes	9
III-Notions d'Unité architecturale (UA) des plantes.....	9
IV- Notions de concepts de la réitération.....	9
Figure 8 : Branches d'un giroflier avec réitérations partielles.	10
B-Application en classe :.....	10
I- Notions sur les concepts didactiques et concepts pédagogiques	10
1-La didactique et transposition didactique	10
2-Triangle didactique et triple cohérence.....	10
3-Alignement pédagogique	11
4-Approche et démarche pédagogique.....	11
5-Compétences et Evaluation	12
6-Représentation, erreurs et obstacles.....	12
II-Méthodes pédagogiques et Style d'enseignement.....	13
II.1-Méthodes pédagogiques	13
II.2-Style d'enseignement.....	14
III-Théories d'apprentissage	14

1-Behaviorisme :	14
2-Constructivisme	15
3-Socio-constructivisme	15
A. Etude de la morphologie des axes végétatifs du giroflier	16
I. Matériels d'étude	16
I.1. Systématique du genre : <i>Syzygium aromaticum</i>	16
I.2. Principales caractéristiques morphologiques des girofliers.....	16
I.3. Les plantations de girofliers.....	18
I.4-Ecologie de giroflier	18
I.5. Importance économique du giroflier	19
I.6. Menaces sur les plantations de girofliers de Madagascar.....	20
II. Etude de la morphologie des axes végétatifs du giroflier	20
II.1-Recherches bibliographique	21
II.2. Méthode d'observation	21
II. 3. Paramètres pris en compte pour l'étude.....	22
B. Application en classe	22
I. Matériels.....	22
Les cibles	22
II. Méthodologie dans la pratique.....	23
1-Objectif d'apprentissage	23
3-Langues d'enseignement utilisées :	27
4-Evaluation.....	27
A-Etude de la morphologie des axes végétatifs du giroflier	28
I- Description des stades de développement de <i>Syzygium aromaticum</i>	28
I.1-STADE 1 : plantules non ramifiées.....	28

I.2-STADE 2 : Jeunes plantes à deux ordres de ramification	29
I.3- STADE 3 : Jeunes plantes avec trois ordres de ramification	30
I.4-STADE 4 : Jeunes plantes à quatre ordres de ramification.	31
II-Résultats de l'analyse architecturale	33
II.1-Détermination du modèle architectural du giroflier.....	33
II.-2-L'Unité Architecturale du giroflier	33
Processus d'édification de l'Unité Architecturale du giroflier:	33
Résultats 1.....	36
Résultats 2.....	40
A- Discussion sur l'étude de la morphologie des axes végétatifs du Giroflier	41
B-Application en classe.....	42
Recommandations	45
CONCLUSION	47
Références bibliographiques	49
Annexes	40
Résumé	1
Abstract	1

Introduction

Une centaine d'espèces de plantes aromatiques marquent leur présence à Madagascar dont une soixantaine a été introduite. Les vanilliers, les cacaoyers, les caféiers, les ylang-ylangs, les poivriers, les cannelliers et les girofliers en sont des exemples (Rakotovao ; Randrianjohany, 1996 ; Penot *et al*, 2011). Parmi ces plantes introduites, les vanilliers et les girofliers prennent une place très importante dans la vie économique. Ils constituent alors la première source de devises pour la nation et source de revenus pour les ménages de la côte orientale malgache (Penot *et al*, 2011 ; 2015). Autrement dit, la production de girofliers représente l'une des bases de l'économie malgache (Michels *et al*, 2011 ; Levasseur, 2012). La filière girofle met la grande île au 2^{ème} rang mondial en matière de production de clous et d'essence de girofle. En matière d'exportation de ces produits, Madagascar se place au premier rang. Entre autres, ce patrimoine végétal constitue une des fiertés malgaches, en particulier de la population de la région Analanjirofo.

Pourtant, les forêts de giroflier subissent des pressions qui sont à l'origine de leur dégradation. Le passage fréquent de cyclones apportant des vents violents (Rabefitia *et al*, 2008 ; Alizany *et al*, 2010), l'attaque biologique des insectes « Andretra » (Ranaivoarisoa, 1980), le vieillissement des pieds, sont les principaux facteurs les plus connus de cette situation (Schneider, 2007 ; Demangel, 2011 ; Danthu *et al.*, 2014). En plus, actuellement, la coupe des feuilles et des branches de girofliers pour la production d'huiles essentielles faite par les propriétaires héritiers, devient excessive dans cette région (Gyre, 2013 ; Danthu *et al*, 2014). Ceci est engendré par la hausse du prix de l'essence dans les marchés locaux, en 2013, Ar 14 300 le litre d'huiles essentielles, contre Ar 11 500 le kilo de clous (Danthu *et al*, 2015), 60 000 Ar le litre en 2018 (enquête mars 2018).

Dans le domaine de la recherche, les particularités morphologiques du giroflier n'ont pas encore été étudiées d'une façon approfondie. Or, la production des clous est susceptible d'être en relation avec la structure morphologique et le nombre des branches de la plante (Danthu *et al*, 2012). C'est la raison pour laquelle nous avons choisi le thème intitulé : « Etude des particularités morphologiques végétatives des Girofliers (*Syzigium aromaticum*), dans la région Analanjirofo, Madagascar ».

Voici donc les problématiques à résoudre dans le cadre de ce travail :

- Quelles sont les particularités morphologiques de la plante de giroflier ?

- Comment développer chez les lycéens le sens de l'observation du détail et le désir de la conservation de la nature ?

L'hypothèse émise et à vérifier est que l'étude de la morphologie végétative de giroflier à partir des approches pédagogiques multiformes, susciterait la curiosité des lycéens et développerait chez eux, le sens de l'observation du détail et l'envie de conservation.

Dans le cadre de la recherche, l'objectif principal de ce travail est de décrire les différentes catégories d'axes composant la plante de giroflier et d'en tirer son modèle architectural. Dans le volet, enseignement / apprentissage, le concept de la morphologie végétative des girofliers a été transmis aux lycéens par transposition didactique. Ils peuvent expliquer les particularités morphologiques des girofliers, considérer leur importance économique et environnementale. Habitué de cette manière à regarder les détails, qualité utile pour l'étude de la biologie végétale, ils peuvent expliquer les traumatismes observés chez les girofliers et proposer des mesures pour les protéger. Tout ceci afin de développer chez eux, le sens de responsabilité envers la nature.

Ainsi, à part de l'introduction et la conclusion, le présent mémoire comporte quatre parties : les généralités sur l'étude de la morphologie végétale et le giroflier, la méthodologie, les résultats et interprétations et les discussions et les recommandations.

PARTIE I : GENERALITES

A-Etude de la morphologie végétative ou architecture des plantes.

Les descriptions de la morphologie végétative des axes végétatifs développées dans cette partie, concernent uniquement les bases nécessaires pour l'étude du cas des girofliers.

I-Bases de la morphologie végétative des plantes.

L'étude de la morphologie végétative d'une plante permet de comprendre son développement, de la graine jusqu'à la sénescence et commence donc par la germination. Selon la position des cotylédons, il y a deux types de germination :

- **la germination épigée** : si les cotylédons se dégagent des téguments de la graine et s'élèvent au-dessus du sol. Exemple : Haricot (Figure 1A)

- **la germination** est dite **hypogée** : lorsque les cotylédons restent emprisonnés dans la graine et dans le sol. Exemple : Avocatier (Figure 1B)

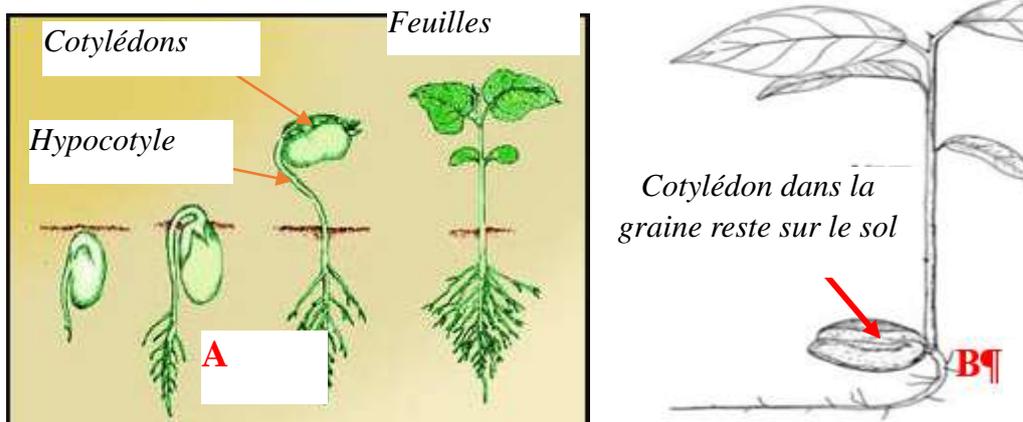


Figure 1: Germination épigée (A), germination hypogée (B).

Internet <https://media4.picsearch>, consulté le 2/10/2018

A la suite de la germination, la tige et les autres organes se forment à partir du bourgeon terminal hébergeant à l'intérieur un méristème responsable de l'organogenèse ou de la formation de nouveaux organes.

1-Processus de croissance

Par définition la croissance, chez les végétaux, est l'augmentation de toutes les dimensions de la plante en longueur (croissance primaire) et en épaisseur (croissance secondaire).

La croissance primaire consiste au développement en longueur d'un axe feuillé à partir de l'activité du méristème terminal de la plante. C'est le résultat de l'organogenèse et de l'allongement des organes (Champagnat *et al.*, 1986a ; Rey, 1993). L'*organogenèse* est la formation de nouveaux organes aériens à partir des divisions cellulaires. L'*allongement* des cellules formées entraîne par la suite l'allongement des entrenœuds (Rey, 1993). Le développement est l'ensemble des transformations qualitatives de la plante liée à l'initiation et à l'apparition de nouveaux organes : la croissance et l'allongement.

Dans le monde végétal, la croissance peut être *indéfinie* ou *définie*.

- La croissance est dite *indéfinie* quand le méristème terminal de l'axe garde la possibilité de fonctionner indéfiniment (Figure 2A)
- La croissance est *définie* quand le méristème terminal de l'axe se transforme en une structure fonctionnelle (inflorescence, vrille, en cellules parenchymateuses...) ou cesse de fonctionner à un moment donné (Figure 2-B₁, Figure 2- B₂).

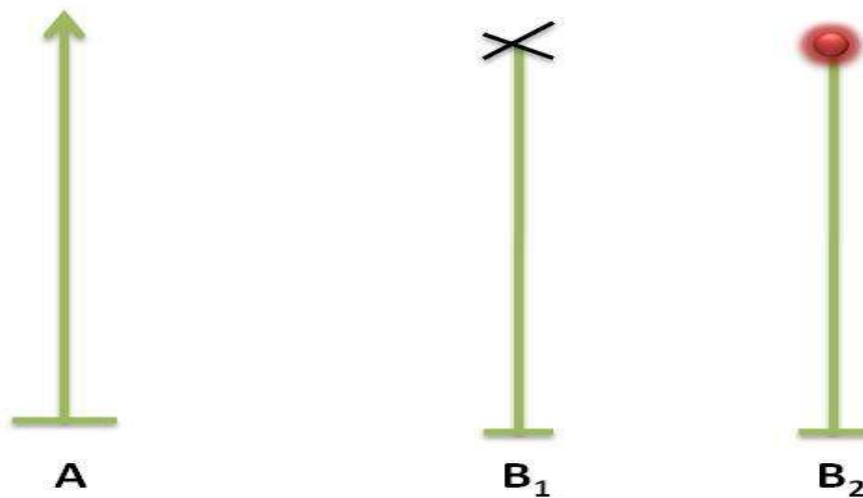


Figure 2 : Mode de croissance des plantes

A : Croissance indéfinie où le méristème terminal poursuit sa croissance

B₁ : Croissance définie où le méristème terminal est mort

B₂ : croissance définie où le méristème terminal s'est transformé en fleur

La croissance d'un axe peut être continue ou rythmique.

- La croissance d'un axe est dite *continue* si elle ne montre pas de phase de repos (Figure 3A).
- Un axe a une croissance *rythmique* si son méristème présente une alternance régulière de phase d'activité et de repos (Figure 3B).

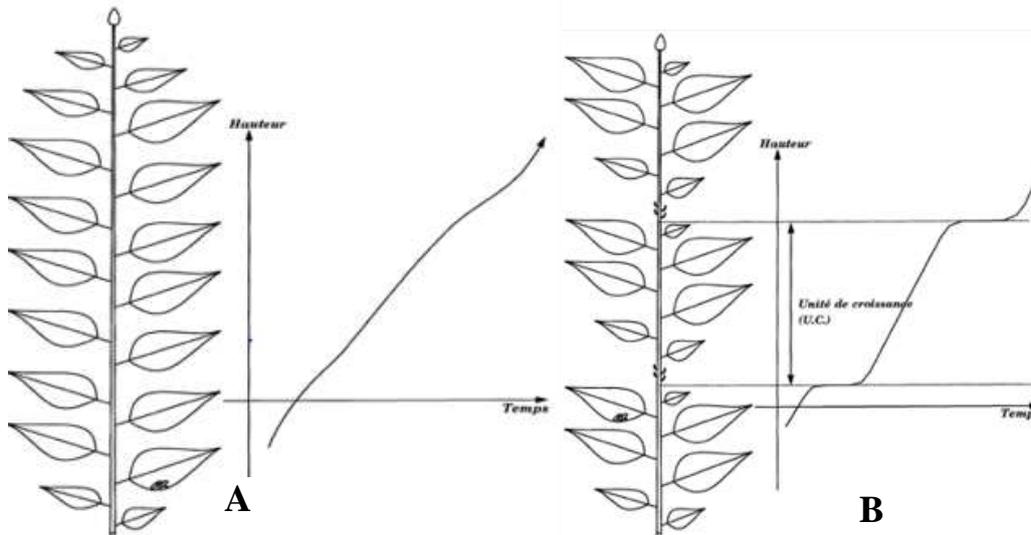


Figure 3 : Modalité de croissance d'une plante. (Rey, 1993)

2-Processus de ramification

La ramification donne les axes qui se forment latéralement à partir de l'axe principal.

a-Ramification terminale/latérale

La ramification des axes peut être terminale ou latérale.

- La ramification terminale est issue de la division du méristème terminal. Chaque partie est alors à l'origine d'un nouvel axe (fig 4A).
- La ramification latérale est le résultat du développement des méristèmes axillaires latéraux édifiant des axes feuillés appelés "branches" ou "rameaux" (fig 4 B).

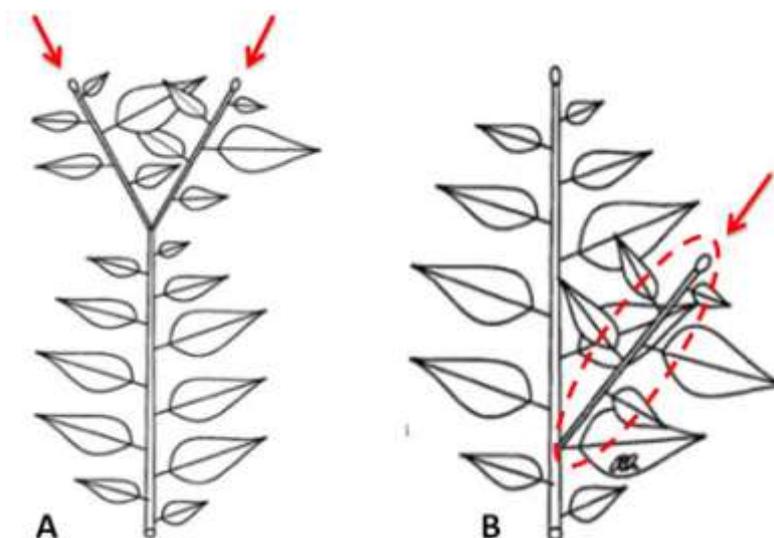


Figure 4 : Ramification terminale (A), Ramification latérale (B)

Source : Rey, 1993

b-Ramification monopodiale / sympodiale

La ramification peut être monopodiale ou sympodiale selon le résultat du mode de fonctionnement des méristèmes (Emberger, 1960).

➤ La ramification monopodiale est le résultat de la croissance indéfinie des axes (Figure 5A)

➤ La ramification sympodiale est le résultat de la croissance définie des axes après abscission, ou avortement, ou mort, ou transformation de l'apex en des structures spécialisées (Figure 5B).

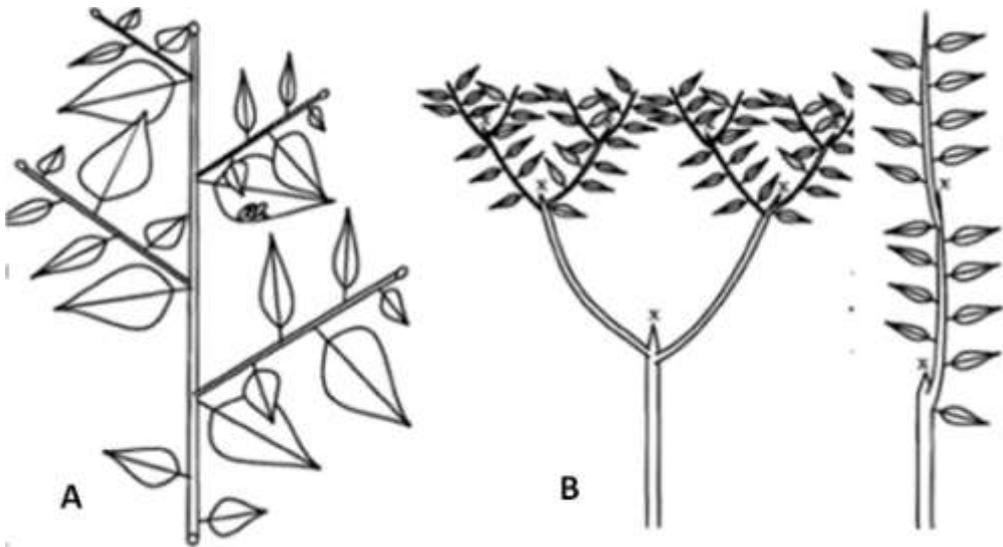


Figure 5: Ramification monopodiale (A) et Ramification sympodiale (B)

Source : Rey, 1993

c-Ramification continue /rythmique/diffuse.

Ce sont des modes de ramifications en fonction de la répartition des rameaux sur l'axe porteur (Rey, 1993).

➤ La ramification est *continue* si les branches ou rameaux apparaissent tout au long de l'axe.

➤ La ramification est *rythmique* lorsque sur l'axe porteur il y a des étages de branches ou de rameaux, régulièrement espacés.

➤ La ramification *diffuse* c'est une ramification où l'axe émet des rameaux latéraux irrégulièrement disposés

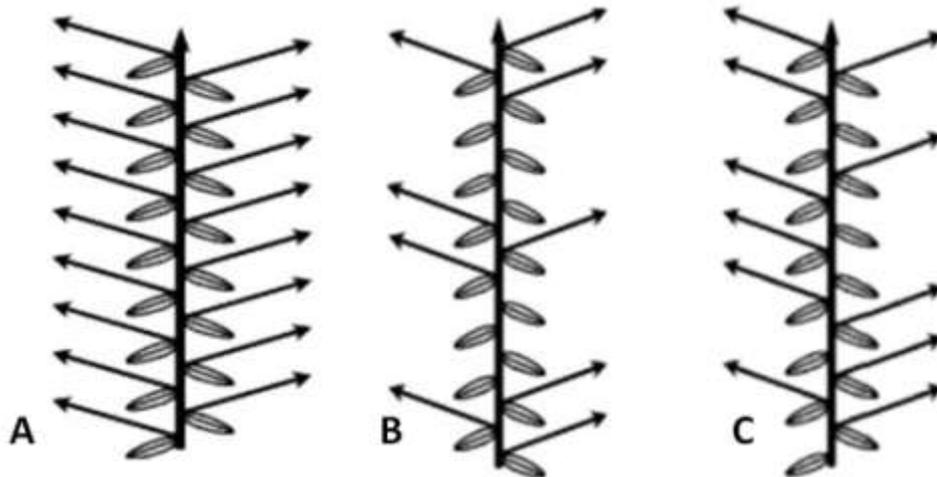


Figure 6 : Ramification continue (A), ramification rythmique (B) et ramification diffuse (C)

Source : Rey, 1993

d-Ramification immédiate / différée.

La ramification est immédiate lorsque le bourgeon latéral se développe immédiatement et donne un rameau feuillé après sa formation. Ce rameau est dit *sylléptique* (Tomlinson & Gill, 1973). Il est caractérisé par un premier entrenœud long appelé *hypopodium* et des pré-feuilles α et β assimilatrices.

La ramification est dite différée si le bourgeon latéral entre en repos après sa formation à l'aisselle des feuilles. Les axes à l'issue de ce type de ramification sont appelés axes *proleptiques* qui se caractérisent par la présence d'écaillés à leur base séparée par des entrenœuds très courts.

e-Système ramifié et ordre de ramification

D'après Rey (1993), chez les plantes, en tant que résultat de la ramification, les rameaux se succèdent topologiquement à partir de l'axe porteur. Cette succession spatiale parle de l'ordre de ramification des axes. Ainsi, la tige principale est considérée comme l'axe d'ordre 1 (noté A1), les axes qui partent de cet axe sont les axes d'ordre 2 (A2) et ceux qui sont portés par ces derniers sont les axes d'ordre 3 (A3) et ainsi de suite (Fig 7).

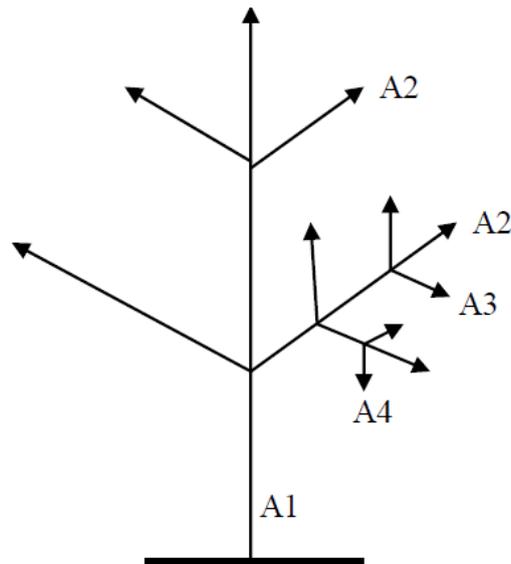


Figure 7: *Système et ordre de ramification*

(Rey, 1993)

3-Différenciation morphologique des axes

La différenciation morphologique des axes est un élément fondamental de l'étude morphologique et végétative des plantes. Un axe peut être orthotrope ou plagiotrope (Edelin, 1984 ; Rey, 1993).

➤ Un axe est dit orthotrope lorsque sa direction de croissance est verticale, et la disposition des organes latéraux, feuilles et ramification, lui confère une symétrie radiale. Les branches latérales sont arrangées dans toutes les directions.

➤ L'axe plagiotrope se développe dans un plan horizontal ou oblique, ayant une symétrie bilatérale.

4-Position des inflorescences

Selon, Barthélemy (1988) et Rey (1993), les inflorescences sont à l'origine de la transformation des méristèmes terminaux et / ou ceux latéraux en fleurs :

➤ Les inflorescences terminales se trouvent au niveau de la partie apicale de l'axe porteur dont la croissance végétative de celui-ci est définitivement bloquée.

➤ Les inflorescences latérales proviennent des bourgeons latéraux. Elles n'empêchent ni la croissance primaire de l'axe porteur ni le développement du végétal.

II-Notions de modèle architectural des plantes

Le modèle architectural explique le mode de développement de la plante placée dans des conditions écologiques stables et non contraignantes. Il exprime alors la stratégie de croissance de la plante et est matérialisé par une série de dessins appelés "modèles architecturaux". (Hallé et Oldeman, 1970 ;Hallé *et al*, 1978 ; Edelin,1984 ;Barthélémy,1988 ; Rey, 1993).Chaque modèle est défini par la description des marqueurs architecturaux suivants :

- La croissance (rythmique ou continue)
- Le mode de ramification (absente ou présente, monopodiale ou sympodiale, rythmique ou continue ou diffuse...)
- La direction de croissance des axes (orthotropes ou plagiotropes),
- La position des inflorescences (terminale ou latérale).

L'analyse de ces marqueurs architecturaux a permis de dégager 23 "modèles architecturaux". (Hallé et Oldeman., 1970) (*cf*. Annexe1).

III-Notions d'Unité architecturale (UA) des plantes

L'unité architecturale est la structure élémentaire et spécifique présentée par l'espèce à un moment donné de son développement. Cette structure est caractérisée par le nombre maximum d'axes, leurs morphologies et/ou fonctions ainsi que leurs positions relatives. Elle est alors définie comme un stade précis du développement, pendant lequel toutes les catégories d'axes se sont exprimées (Barthélémy *et al.*, 1989).

IV- Notions de concepts de la réitération

La réitération est un processus morphogénétique par lequel la plante duplique totalement ou partiellement son architecture (Oldeman, 1972, 1974) pour donner un « *complexe réitéré ou couronne de la plante* ». Chez les plantes, la réitération peut être totale, la réitération partielle et la réitération adaptative. (*cf* Annexe 2)

➤ La réitération est totale quand elle s'effectue au niveau de la totalité de l'unité architecturale de la plante. Dans ce cas, le complexe réitéré est total, identique au modèle initial.

➤ La réitération partielle est l'édification d'un complexe réitéré partiel, si la duplication n'affecte que les numéros d'ordre périphérique.

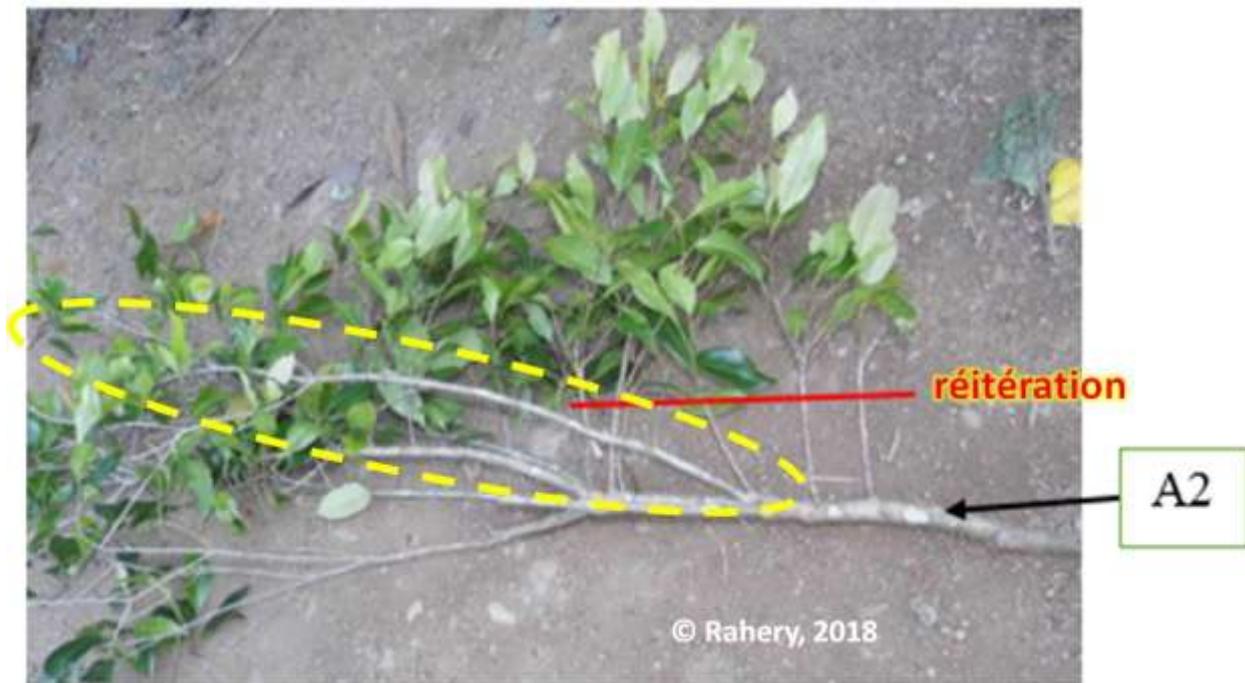


Figure 8 : Branches d'un giroflier avec réitérations partielles.

➤ La réitération adaptative est un processus de répétition de l'unité architecturale au cours duquel l'espèce se développe normalement, sans traumatisme (Rey, 1993).

B-Application en classe :

I- Notions sur les concepts didactiques et concepts pédagogiques

1-La didactique et transposition didactique

La didactique disciplinaire est la science qui étudie les phénomènes d'enseignement et les conditions de la transmission de la culture propre à une situation et les conditions de l'acquisition des connaissances par un apprenant (Muzard, 2014). Elle a pour objet l'optimisation des apprentissages dans une situation d'enseignement ou de formation.

La transposition didactique est une véritable construction par laquelle « un savoir savant » subit un traitement didactique permettant son passage à un « savoir d'enseignement » (Chevallard, 1985 ; Muzard, 2014).

2-Triangle didactique et triple cohérence.

Le triangle didactique exprime les interactions entre enseignant et lycéens, relatives à un savoir dans une situation à finalité didactique. C'est une représentation schématisée du système didactique (Houssay, 2000)

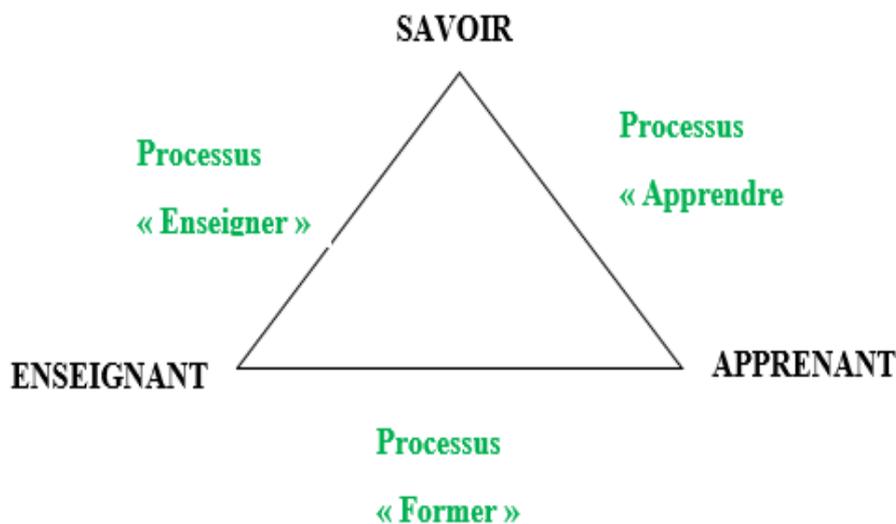


Figure 9 : Triangle didactique

- Le processus « Enseigner » est une relation didactique pendant laquelle l'enseignant effectue la transposition du savoir de référence (savoir savant) en savoir à enseigner transmissible.
- "Apprendre" est l'activité des lycéens ou apprenants où ils établissent une relation d'apprentissage entre les objectifs pédagogiques par leur propre style d'apprentissage respectif.
- Le professeur établit une relation pédagogique entre ses lycéens dans le but d'une formation.

Il donne, à cet effet, des conditions et environnement favorables à la situation d'enseignement/apprentissage à partir de son style d'enseignement.

3-Alignement pédagogique.

L'alignement pédagogique « *constructive alignment* » c'est le concept de base en pédagogie, dans la pratique d'enseignement, pour lequel les objectifs d'apprentissage, les activités pédagogiques et les stratégies d'évaluation doivent être cohérents (Gérard, 2015). Il y a alignement pédagogique lorsque les objectifs d'apprentissage sont cohérents avec les activités pédagogiques et les stratégies d'évaluation.

4-Approche et démarche pédagogique :

L'approche pédagogique est la façon détaillée de mettre en œuvre une démarche d'enseignement/apprentissage.

La démarche est la manière de conduire une action, de progresser vers un but (Develay, 1992).

La démarche pédagogique est donc l'ensemble des actions éducatives appliquées pour amener à l'atteinte de l'objectif. Celui-ci est une déclaration claire de ce que l'action éducative doit amener comme changement chez l'apprenant (Bloom, 1971).

5-Compétences et Evaluation

La compétence désigne l'association des savoirs, des savoir-faire procéduraux professionnels et cognitifs, de savoirs-être qui se réalisent non sur le mode de l'addition mais sur le mode de la mobilisation, de la combinaison, de l'interaction (Boterf *et al*, 2001 ; Richer, 2012).

L'évaluation est une appréciation systématique de la conception, de la mise en œuvre ou des résultats d'une initiative pour des fins d'apprentissage ou de prise de décision.

En pédagogie, l'évaluation des compétences faite à partir d'un référentiel extérieur ou tout simplement de la leçon apprise précédemment

6-Représentation, erreurs et obstacles

➤ La représentation, en système didactique, désigne la conception que l'élève a, à un moment donné d'un objet ou d'un phénomène.

C'est donc la réponse donnée ou avancée par les lycéens pour un tel problème d'apprentissage en utilisant leur pré requis.

➤ *L'erreur* est la manifestations d'un écart a une norme, quelle que soit l'origine et typologie de celle-ci (Astolfi, 1997). C'est donc la manifestation d'une connaissance fausse ou inadaptée dont il faut tenir compte pour la reconstruire correctement.

Alors l'erreur est située dans l'espace scolaire et disciplinaire générée par un sujet didactique cependant, elle a une valeur didactique.

➤ L'obstacle se définit comme étant des « causes d'inertie » qui provoquent des lenteurs et des troubles (Bachelard, 1938). En effet, Il y a obstacle lorsque les conceptions nouvelles à former contredisent les conceptions antérieures bien assises de l'apprenant » (Bednarz, Garnier, 1989).

Selon leur origine, d'après Astolfi et Develay (1989) les obstacles peuvent être :

- *Sociologiques* : qui sont les résultats des représentations sociales et des préjugés de l'environnement de l'élève. (Théorie de Moscovici)
- *Psychogénétiques* : ces obstacles liés aux capacités psychologiques lui témoignent l'inachèvement du développement de l'enfant. (Théorie de Piaget)
- *Psychanalytiques* : ce sont des obstacles qui tiennent compte des contenus psychiques de la part inconsciente de la pensée, et de l'histoire personnelle de l'enfant. (Théorie de Freud)
- *Didactiques* : ce sont des obstacles liés à la transposition didactique, à la méthode de l'enseignement appropriée par l'enseignant, à la manière dont les savoirs scolaires sont délivrés. (Brousseau, 1986). C'est donc une représentation négative du processus d'apprentissage. (Wikipédia, consulté le 18/10/2018).
- *Épistémologiques* : obstacles relevant des difficultés portant sur le savoir lui-même. (Théorie de Bachelard).

II-Méthodes pédagogiques et Style d'enseignement

II.1-Méthodes pédagogiques

Les *méthodes pédagogiques* représentent le moyen pédagogique adopté par l'enseignant pour favoriser l'apprentissage et atteindre ses objectifs pédagogiques (Piaget, 1971 ; Kolb, 1984 ; Lapointe *et al*, 2002). Elles peuvent être :

- *Démonstrative* dans laquelle l'enseignant détermine le chemin de la séquence d'enseignement/apprentissage.
- *Expositive ou magistrale ou transmissive* où l'enseignant maîtrise un contenu, structuré et transmet ses connaissances sous forme d'exposé.
- *Analogique* consiste à remplacer une idée ou un concept complexe et inconnu par un fait connu et simple (tiré dans la vie quotidienne, professionnelle ou personnelle des apprenants) qui l'illustre afin d'atteindre l'objectif qui est l'acquisition d'un nouveau concept.
- *Interrogative*, une méthode pédagogique qui fait appel à la théorie constructiviste. L'enseignant permet à l'apprenant de construire ses connaissances lui-même à l'aide d'un questionnement approprié. La stratégie est : prédire-discuter-expliquer, observer-discuter-expliquer

➤ *Découverte*, méthode qui utilise le socioconstructivisme pendant laquelle l'apprentissage se fait par des essais-erreurs par la mobilisation des compétences personnelles des lycéens pour apprécier une situation et résoudre le problème posé et l'acquisition de savoir, des savoirs faire.

II.2-Style d'enseignement

II.2-1-Définition

Le style d'enseignement est la manière particulière d'organiser la relation enseignant-enseigné dans une situation d'apprentissage.

II.2.2-Style d'enseignement

D'après Sid Amar (2017), le style d'enseignement c'est la manière particulière d'organiser la relation enseignant-enseigné dans une situation d'apprentissage. »

Selon Therer et Willemart (1983), chez l'enseignant, deux attitudes sont présentes : l'une est vis-à-vis de la matière et l'autre est vis-à-vis de l'apprenant. Par la combinaison des deux attitudes, 4 styles d'enseignement existent :

➤ *Le style transmissif* : centré davantage sur la matière pendant laquelle la base est la clarté expositive pendant lequel, l'activité d'enseignement / apprentissage obéit au schéma de la communication, à savoir : **émission – réception**.

➤ *Le style incitatif* : centré à la fois sur la matière et sur les apprenants ;

➤ *Le style associatif* : centré davantage sur les apprenants ;

➤ *Le style permissif* : très peu centré tant sur les apprenants que sur la matière.

III-Théories d'apprentissage

Les théories d'apprentissage appelées encore courants pédagogiques forment un ensemble cohérent des notions portant sur leur nature, le nom de fondateur, l'influence d'origine (philosophique, science, psychologique,), la centration (centré sur l'apprenant, la méthode, le pédagogue). Cependant trois principaux courants pédagogiques sont connus à savoir : le **Behaviorisme**, le **Constructivisme** et le **Socioconstructivisme**.

1-Behaviorisme :

C'est la première grande théorie qui a dominé les recherches en psychologie pendant la première moitié du XX^{ème} siècle dont ses remarquables fondateurs sont Pavlov, Watson (1925) et Skinner (1974). Pour eux l'apprentissage se base essentiellement sur le conditionnement répondant au schéma [Stimulus-Réponse].

Dans cette théorie « apprendre » c'est être capable de donner la réponse adéquate après un mécanisme de répétition de l'association de [S-R]. Cependant, un enseignement de type behavioriste s'attache uniquement à définir les connaissances à acquérir. Alors, les behavioristes s'intéressent particulièrement au comportement observable des apprenants.

La méthode d'Enseignement/apprentissage c'est opérationnaliser des objectifs d'apprentissage puis expliquer les conditions ou conditionner pour que les apprenants apprennent par essais-erreurs et l'enseignant provoque des renforcements positifs ou négatifs (Feed-back).

2-Constructivisme

C'est la théorie connue sous le nom de « Constructivisme de PIAGET ». Pour lui, les connaissances se construisent par ceux qui apprennent. Cela veut dire qu'acquérir des connaissances suppose l'activité des apprenants qui à leur tour sont les protagonistes actifs du processus de connaissances. Les constructions de connaissances qui en résultent sont le produit des activités des apprenants. Ce perspectif constructiviste insiste surtout sur la nature adaptative de l'intelligence, sur la fonction organisatrice, structurante qu'elle met en œuvre.

3-Socio-constructivisme

C'est la théorie d'enseignement par laquelle on met l'accent sur la dimension relationnelle de l'apprentissage. Pour VYGOTSKI, l'interaction entre les apprenants ou groupes d'apprenants conduit à la réorganisation de ses conceptions antérieures et à intégrer de nouveaux éléments apportés par la situation entraînant un nouvel équilibre de connaissances.

PARTIE II : METHODOLOGIE

A. Etude de la morphologie des axes végétatifs du giroflier

I. Matériels d'étude

I.1. Systématique du genre : *Syzygium aromaticum*

La classification la plus récente utilisée pour cette espèce est celle donnée par "Angiosperme Phylogénie Group", 2009 (APGIII) :

REGNE :	VEGETAL
SUPER-EMBRANCHEMENT :	CORMOPHYTES
EMBRANCHEMENT :	SPERMATOPHYTES
SOUS-EMBRANCHEMENT :	ANGIOSPERMES
CLASSE :	DICOTYLEDONES
SOUS-CLASSE :	ROSIDAE
ORDRE :	MYRTALES
FAMILLE :	MYRTACEAE
SOUS-FAMILLE :	MYRTOIDEAE
Genre :	<i>Syzygium</i>
Espèce :	<i>Syzygium aromaticum</i>
Nom en français :	Giroflier
Nom en anglais :	Clove-tree
Nom en malgache :	Jirofo, Jorofo, Karafof

Source : Barbelet, 2015 in APGIII

I.2. Principales caractéristiques morphologiques des girofliers

a-Port et hauteur

La charpente du giroflier est constituée par une tige principale portant des branches primaires opposées. Le houppier caractéristique de cette espèce est une pyramide dont la base est assez large. Le giroflier a parfois un port conique. Il atteint en culture une hauteur de 7 à 10 m. Le bois des branches du giroflier est dur mais cassant. Les bois sectionnés ou cassés se bifurquent, le giroflier prend donc un aspect buissonnant. L'écorce des rameaux est lisse et de couleur gris clair.

Les jeunes rameaux sont minces et fragiles. Chaque rameau porte à son extrémité un bouquet de 4 à 10 feuilles avec un bourgeon terminal.

Un pied de giroflier peut vivre jusqu'à 150 ans mais la production se régresse vers la 75^{ème} année (Memento de l'agronomie, 2009 ; Barbelet, 2015).

b-Feuilles

Les feuilles sont persistantes, coriaces, à limbe simple de 7,5 à 12,5 cm de long sur 2,5 à 3 cm de large lui confère la forme ovale pétiolées de 0,5 à 1cm de long (Maistre, 1964). Elles sont colorées en vert foncé à l'âge adulte, rouge à rose à l'état juvénile. L'observation effectuée montre que de fines ponctuations sont présentes sur toute la surface des feuilles de giroflier. Elles correspondent à des glandes sécrétrices, « schizogenes », de l'essence (Barbelet, 2015). Les feuilles d'un giroflier sont opposées décussées. Les bourgeons terminaux sont colorés en rouge c'est pourquoi les paysans d'Analanjirifo l'appelle « Mena vilolona ».



Figure 10 : Disposition de feuilles de giroflier

d-Fleurs et fruits

Les inflorescences sont des cymes corymbiformes qui apparaissent à l'extrémité des rameaux. Elles comprennent environ 25 fleurs chacune. Une inflorescence porte à la fois les fleurs mâles et femelles : Ce sont des inflorescences hermaphrodites. Elles sont petites et constituées d'un calice à 4 sépales charnus ; d'une corolle à 4 pétales ; de très nombreuses étamines d'un ovaire à 2 loges contenant un grand nombre d'ovules surmonté d'un style portant un stigmate. Les boutons floraux non encore épanouis s'appelle « *clous de girofle* » qui est le premier produit du giroflier.

Les fruits sont des « **baies** » appelées « **Antofles** ».Ce sont des clous non récoltés qui s'évaluent et deviennent matures après trois à quatre mois et vont servir de semences (Borget, 1991).



Figure 11: Clous, fleurs (A) et fruits (B) de giroflier

I.3. Les plantations de girofliers

Le giroflier est une plante qui se multiplie par semis à partir de ses fruits appelés « antofles ».Le marcottage peut réussir mais il demande 6 mois pour obtenir une reprise. Le bouturage et le greffage ne sont pas encore au point (fiche technique de giroflier, 2018). Il y a trois (03) systèmes de culture de girofliers à savoir :

- **La monoculture** où les girofliers ne sont pas associés avec d'autres espèces ligneuses afin de maximiser les revenus liés à la culture de ceux-ci.
- **Le système d'agroforesterie (SAF)** où des cultures temporaires ou semi-pérennes sont associées aux girofliers (SAF simple) ou de nombreuses espèces ligneuses (SAF complexe).
- **La culture en parc arboré** où les girofliers sont associés à d'autres cultures vivrières pour assurer ou compléter et même remplacer les revenus pendant la période de faible production ou absence de production (Levasseur, 2012).

1.4-Ecologie de giroflier

a-Climat

Les conditions nécessaires au bon développement du giroflier sont : un climat de type équatorial chaud (entre 22 et 28°C) et humide, une forte pluviométrie (3300 mm/an) avec une altitude de 300 à 400 m. D'après la fiche technique du giroflier, cette plante demande la pleine

lumière et l'ensoleillement maximum. En effet, en cas d'ombrage, la production de clous peut devenir très faible voire nulle.

b-Sol

Le giroflier préfère les pentes et les flancs des collines ferrallitiques de pH voisin de 6,8. Il craint les sols sableux, les sols moins salés et les sols marécageux. Il demande des sols fertiles, argileux riches en humus, à compacité moyenne (Mémento de l'Agronome, 2009).

Toutes ces conditions pédologiques sont réunies dans la région côtière orientale de Madagascar d'Analanjirifo. C'est la raison pour laquelle Analanjirifo constitue le berceau des cultures de rente en l'occurrence celle des girofliers.

I.5. Importance économique du giroflier

a-Dans le domaine médical

Le giroflier est classé parmi les plantes médicinales à cause des propriétés thérapeutiques de l'"eugénol" extrait de ses huiles essentielles.

Les clous de girofle sont des :

- Antiseptiques utilisés en dentisterie par les chirurgiens-dentistes. Ils inhibent l'activité des *Streptococcus mutans*, agents de la carie dentaire.
- L'extrait de clous de girofle augmente la consommation des glucoses par les muscles et diminuent par la suite la glycémie en cas de traitement de diabète.
- L'huile essentielle de clous de girofle est utilisée en aromathérapie
- Le clou de girofle possède un fort pouvoir antioxydant.

b- Dans le domaine de l'alimentation

- Les clous de girofle sont vulgairement employés comme épice pour leur propriété aromatique
- Les feuilles riches en eugénol sont utiles dans la préparation de la vanilline artificielle. Ce composé est synthétisé pour la première fois par le chimiste allemand, Erlenmeyer en 1876 à partir de l'eugénol des clous de girofle comme la réaction ci-dessous la montre (Figure 12).

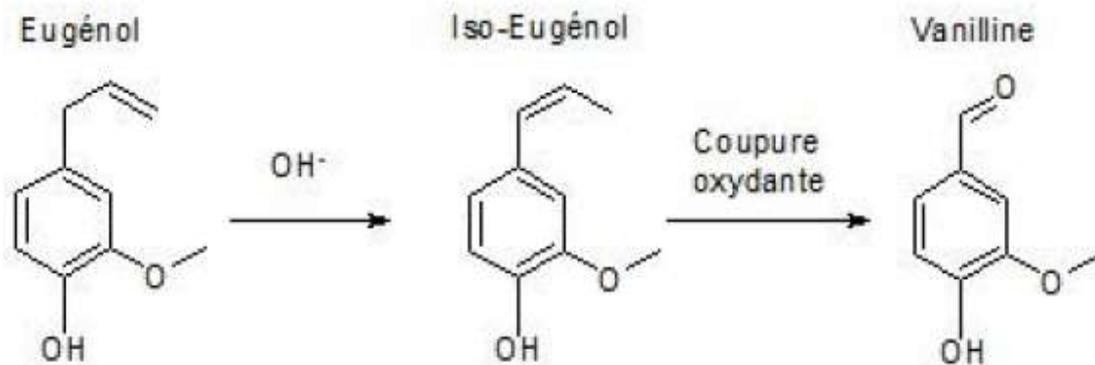


Figure 12 : Etapes de la synthèse de la Vanilline à partir de l'Eugénol

Source : Barbelet, 2015

Les clous, les griffes, les feuilles, les branches et les antofles sont utilisés en pharmacie pour des médicaments, en médecine pour la chirurgie, en cosmétique pour la parfumerie et la savonnerie, en quincaillerie pour la peinture.

Les cigarettes indonésiennes « *Kreteks* » sont issues du mélange de girofle et de tabac et des épices et mélange des épices « le garammassala, le ras-el-hamour ». (Demangelet *al.*, 2011). Les fruits sont également utilisés en confiserie.

I.6. Menaces sur les plantations de girofliers de Madagascar

Les plantations de girofliers sont touchées par plusieurs problèmes à savoir :

- L'exploitation abusive des feuilles pour extraire des huiles essentielles « essence de girofle ».
- Le vieillissement des pieds de girofliers
- La menace cyclonique, c'est-à-dire le passage fréquente des cyclones apportant des vents violents provoquant le déracinement des girofliers et l'attaque du *Chrysotipys mabilianum*, «Andretra » (Lobiatti, 2013).

II. Etude de la morphologie des axes végétatifs du giroflier

L'étude de la morphologie des axes végétatifs d'un arbre, si elle est modulée et dépendante de son environnement, repose sur des règles d'organisation propre à chacune des espèces (Halle & Oldeman, 1970; Rey, 1993). En effet, il s'agit de la description de l'ensemble des formes structurales qu'une plante présente depuis le stade plantule jusqu'au moins au stade de la sénescence. Elle repose alors sur la nature et l'agencement de chacune de ses parties (Edelin, 1984).

II.1-Recherches bibliographique

Par définition, c'est l'ensemble des méthodes, procédures et techniques ayant pour objet de retrouver les références bibliographiques de documents pertinents pour un tel thème de recherche déterminé (Wikipédia consulté le 11/10/2018). Donc pour avoir des informations authentiques concernant le giroflier, plusieurs documents relatifs au thème ont été consultés. Ainsi, les lectures des thèses, des mémoires de fin d'études et des fiches technique sont été pertinentes. Cela veut dire que les travaux bibliographiques constituent, au préalable, une guide importante pour cette étude. C'est la manière dont les informations sur les méthodes adéquates pour l'analyse de la morphologie végétative du giroflier ont été recueillies. En plus, la lecture des supports de cours et des publications sur les différentes approches pédagogiques, théoriques et les méthodes de l'apprentissage visant à l'amélioration de la pratique éducative des enseignants dans l'enseignement la biologie végétale ont été effectuées.

II.2. Méthode d'observation

Les individus ayant subi des traumatismes (élagage, pâturage, feu...) n'ont pas été considérés dans cette étude. Les observations se focalisent sur les parties aériennes de la plante. Les stades de développement ont été fixés à partir des ordres de ramification des axes :

- Stade 1 : plantule non ramifiée
- Stade 2 : plantes avec deux ordres de ramification
- Stade 3 : plantes avec trois ordres de ramification et ainsi de suite jusqu'au stade de la floraison de l'arbre.

L'observation des stades juvéniles (moins de 2ans) s'effectue dans les pépinières (Figure 13). Par contre, l'observation des autres stades (jeunes arbres, grands arbres de girofliers) a été effectuée dans les plantations de girofliers.



Figure 13: Pépinières de girofliers

II. 3. Paramètres pris en compte

Les modes de croissance, les modes de ramification, la morphologie des axes et la position des inflorescences ont été notées afin de caractériser la structure végétative des girofliers. L'étude consiste en des **observations** des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles des différentes catégories d'axes constituant le giroflier par le biais des **dessins** et des prises des **photos**.

B. Application en classe

I. Matériels

-*Ordinateur* : utilisé pour la préparation des "slides" de l'exposé pour les élèves dans les lycées cibles

-*Vidéo projecteur* : utilisé pour la projection des "slides" et pour motiver les élèves par le biais de la technologie

Les cibles

Les cibles pris dans cette étude sont les lycéens en classe de Seconde à Vavatenina, région Analanjirofo, région des girofliers. C'est à ce niveau que chapitre Ecologie est étudié. Et comme cette étude consiste à voir les particularités morphologiques du giroflier par rapport à son milieu, ceci entre très bien dans cette thématique.

L'application en classe a été effectuée dans trois lycées de la Circonscription scolaire (CISCO) de Vavatenina dans la Direction Régionale de l'Education Nationale Analanjirofo. Ces trois établissements sont :

- Le lycée public **Manampisoa** Vavatenina avec 2014 lycéens inscrits,
- Le lycée privé **FJKM** composé de 887 lycéens,
- Le lycée privé **Elite** avec 1600 lycéens inscrits.

Parmi tous ces lycéens, l'échantillon pris dans cette étude est composé de 114 lycéens divisés en groupe de cinq ou six personnes par groupe. Le tableau 1 suivant présente le nombre des lycéens pris comme échantillon dans chaque établissement.

Tableau I: Répartition des échantillons d'études selon leurs sexes et leurs établissements

	Masculin		Féminin	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
MANAMPISOA	29	52,72%	26	47,28%
LP FJKM	20	58,82%	14	41,18%
LP ELITE	13	52%	12	48%
Sous-total	62	54,40%	52	45,60%
TOTAL	114 lycéens			

Source : Enquête effectuée par l'auteur

II. Méthodologie dans la pratique

1-Objectif d'apprentissage

L'objectif d'apprentissage décrit ce que l'apprenant est censé réaliser concrètement à l'issue de son apprentissage au cours d'une séquence pédagogique. Dans notre cas, à la fin de la séance, les élèves doivent être capables de :

- Décrire la morphologie végétative des girofliers adaptée aux facteurs écologiques de la région Analanjirofo
- Distinguer les différents stades de développement du giroflier\
- Expliquer les importances économiques et environnementales des plantations des girofliers
- Schématiser la morphologie structurale de la plante de girofliers
- Catégoriser les axes d'une plante de giroflier
- Proposer des mesures de protection des plantations de girofliers

2-Modèles d'approches didactiques et pédagogiques utilisées

Dans l'enseignement/apprentissage, le modèle d'approche pédagogique utilisée prend une valeur à l'atteinte de l'objectif visé par l'enseignement. Pour viser ces objectifs, les approches : sensorielle, cognitive, expérientielle, morale/ éthique ont été considérées.

2.1- Approche sensorielle (Meunier, 2004).

Dans cette approche, des séries de diapositives/ slides sur les éléments de base de l'étude morphologique des axes végétatifs des plantes ont été exposés. C'est une séance de 20 minutes pendant laquelle le caféier a été pris comme un échantillon pour servir de matériel pédagogique. En plus, ce modèle d'approche permet le développement de la capacité de capter par le sens (d'évaluer, d'apprécier) les caractéristiques de l'objet d'étude.



Figure 14: Photos des élèves pendant l'exposé.

Lors de cette approche, différentes fonctions d'enseignement ont été employées :

➤ *La fonction d'imposition*, pendant laquelle les informations sur le concept de la morphologie végétative d'une plante ont été imposées de façon claire aux élèves.

➤ *La fonction d'organisation*, dans laquelle l'intervention a été justifiée par l'explication de sa raison d'être. Des règles de la vie de la classe et les conditions nécessaires à l'enseignement se sont donc établies. Cela contrôle la participation des élèves, les dispositions matérielles, et surtout l'attention des élèves.

2.2-Approche cognitive (Meunier, 2004).

Cette approche permet, chez les élèves, l'acquisition et la construction de connaissances ou le développement d'habilités cognitives sur l'apprentissage du concept « écologie » dont les particularités morphologiques végétatives des plantes.

2.3-Approche expérientielle (Meunier, 2004).

Après les exposés en classe, les élèves ont fait des observations directes dans les pépinières puis dans les champs de girofliers. Il s'agit d'apprendre par l'observation directe et le contact direct des situations concrètes, réelles, associées à la pédagogie de terrain et à la pédagogie de découverte.



Figure 15: Sortie dans la nature. CP FJKM

2.4-Approche affective (Meunier, 2004).

Cette approche vise à développer chez les élèves des attitudes et des sentiments qui sont liés à une meilleure qualité d'être en relation avec la nature. Elle suscite alors des actions favorables à l'environnement. Pendant cette période, les lycéens ont été amenés à observer des pieds de girofliers abimés dont les feuilles ont été excessivement exploitées.



Figure 16: Mise en terre de plantules de giroflier par des élèves

2.5-Approche morale ou éthique. (Meunier, 2004).

Cette approche consiste à expliquer puis développer les valeurs ou de la capacité d'analyser ou de clarifier les valeurs prises par le giroflier dans la vie de la population Malagasy et surtout au niveau des ménages Analanjirofo. Ceci incite à un engagement en matière de la conservation.

2.6-Approche coopérative (Meunier, 2004).

En matière de conservation, l'action communautaire est essentiellement utile. C'est pour cette raison que nous appliquons celle-ci pendant laquelle la théorie socioconstructiviste prend son sens.



Figure 17 : Discussion entre les éléments du groupe pour répondre les questionnaires

3-Langues d'enseignement utilisées :

La langue d'enseignement utilisée pendant l'intervention dans les lycées cibles a été le mélange de la langue franco-malgache. Ainsi, pour faire bien fonctionner l'enseignement / apprentissage, l'utilisation du bilinguisme a été incontournable. Cependant, les lycéens ne sont pas encore capables d'assimiler autant de choses sur la Botanique. Pour cela, ils ont eu beaucoup de difficultés dans la compréhension de certains termes botaniques. Le dialecte local a été utilisé de ce fait pour dénommer certains termes dont le « jirofo » pour le giroflier, « maniry/mitsiry" pour la croissance, « magnefaka » pour dire ramifier, « fleur » (inflorescence), « manintsana » (élagage) etc.

4-Evaluation

Pendant la découverte, des questionnaires ont été distribués pour chaque groupe de lycéens afin d'évaluer les connaissances qu'ils ont acquises pendant l'exposé. Ils doivent mobiliser ces connaissances pendant les observations qu'ils effectuent dans les champs. L'analyse de ces données permet de vérifier l'atteinte ou non des objectifs d'apprentissage fixés au départ. Dans cette pratique, une évaluation sommative a été effectuée pendant laquelle les notes ont été recueillies afin de pouvoir les analyser.

PARTIE III : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

A-Étude de la morphologie des axes végétatifs du giroflier

I- Description des stades de développement de *Syzygium aromaticum*

Le développement des girofliers commence par la germination de la graine suivie par la phase de la croissance. La germination de la graine chez les girofliers s'effectue de façon à ce que les deux cotylédons soient au-dessus du sol et deviennent photosynthétiques. Elle débute vers la 5^{ème} semaine suivant le semis. Il s'écoule 1 à 2 mois pour que la levée ait lieu.

Les observations effectuées ont permis d'identifier quatre (04) stades en fonction de l'ordre de ramification :

- Stade 1 : Plantules non ramifiées.
- Stade 2 : Jeunes plantes avec les premières ramifications (avec 2 ordres de ramification).
- Stade 3 : Jeunes plantes à trois ordres d'axes.
- Stade 4 : Plantes à quatre ordres d'axes.

I.1-STADE 1 : plantules non ramifiées.

La plantule issue de la germination est constituée d'un axe vertical non ramifié portant 2 cotylédons et deux feuilles simples opposées décussées. La germination est épigée. Ces dernières, situées au sommet de l'axe, ensèrent un méristème terminal entrant en activité quelques semaines plus tard et présentent un fonctionnement continu.

Pendant ce stade, la vie de la plantule est entièrement assurée par l'activité photosynthétique des cotylédons. La germination est phanérocotylaire (Figure 15A).

Le nombre d'entrenœuds et la longueur de ces entrenœuds augmentent progressivement au fur et à mesure que la plantule grandisse. Les enquêtes auprès des agriculteurs et les observations ont montré que la plante croit sans se ramifier jusqu'à peu près un an (**observations et interview**).

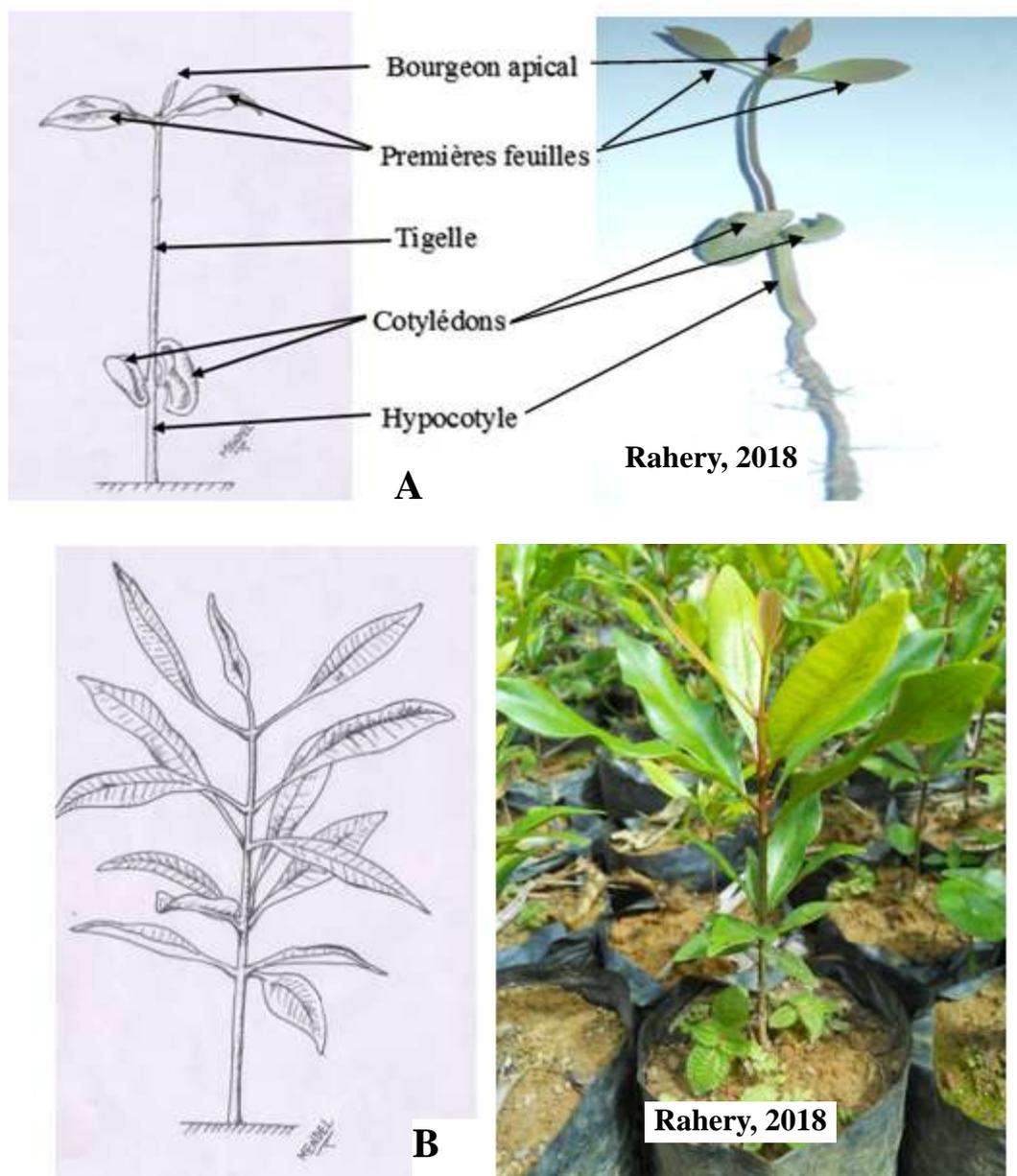


Figure 18 : Plantules non ramifiée de giroflier

A : Germination épigée du giroflier

B : Plantule de giroflier

I.2-STADE 2 : Jeunes plantes à deux ordres de ramification

Dans les pépinières, l'expression des premières branches a lieu lorsque les girofliers atteignent une hauteur de 30 à 70cm et ont 1 à 2 ans.

A ce stade (Figure 19), la plante est constituée de 2 axes : l'axe d'ordre un (A1), est l'axe principal et les premières ramifications dérivant de celui-ci sont les axes d'ordre 2 (A2). Tous les deux axes sont à l'état de croissance. La longueur des entrenœuds devient de plus en plus importante.

➤ *Axe principal*(A1) : monopode, orthotrope vertical, à croissance indéfinie. Il a une symétrie radiale et une phyllotaxie opposée décussée. Il ne présente pas de fleurs, ni de réitération, mais porte des axes latéraux (A2). Les branches montrent des entrenœuds longs « ramification immédiate » et situées au niveau médiane « ramification mésotone » ou dans la partie apicale « ramification acrotone » (fig.18).

➤ Axes latéraux(A2) : monopodes, à direction plus ou moins orthotrope, non encore ramifiés, à symétrie radiale et à phyllotaxie opposée-décussée. Pas de fleurs, ni de réitération. Chaque axe latéral porte aussi à leur aisselle des bourgeons latéraux.

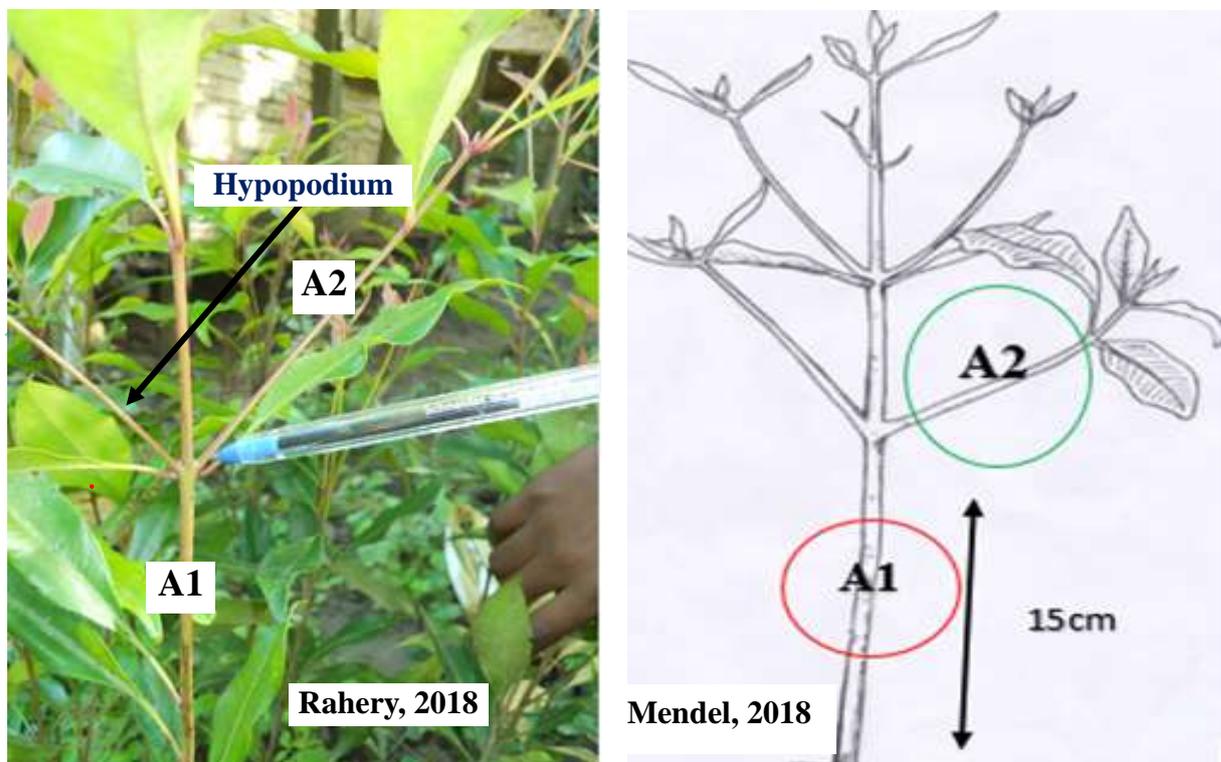


Figure 19 : Jeune plante de giroflier avec les premières ramifications

I.3- STADE 3 : Jeunes plantes avec trois ordres de ramification

C'est le stade où le giroflier se présente comme de jeunes plantes ayant des axes d'ordre 1, 2 et 3 (Figures 20).

➤ *Axe principal* (A1) : ayant les mêmes caractères qu'aux stades 1 et 2. La croissance est continue, à ramification sylleptique.

➤ *Axes latéraux (A2)* : monopodes, à direction oblique plus ou moins orthotrope, axes ramifiés à ramification immédiate, mésotone à acrotone. Axes à symétrie radiale, à phyllotaxie opposée-décussée. Ils portent des axes latéraux (A3).

➤ *Axes latéraux (A3)* : même direction que les A2, à structure monopodiale. Parfois, les axes d'ordre 2 et d'ordre 3 peuvent se diriger verticalement dans la partie proximale. La symétrie est radiale et la phyllotaxie est toujours opposée-décussée, porteurs d'appareils reproducteurs



Figure 20 : Jeune plante de giroflier à trois ordres de ramification.

I.4-STADE 4 : Jeunes plantes à quatre ordres de ramification.

Ce stade s'observe chez les jeunes girofliers de 1 à 2,5 m de hauteur avec 4 ordres de ramification et portant des fleurs (Figure 21).

➤ Les axes (A1, A2 et A3) ont les mêmes caractéristiques que dans les stades précédents.

➤ Axes d'ordre 4 (A4) sont portés par les axes A3, à ramification immédiate et acrotones, portent des appareils reproducteurs

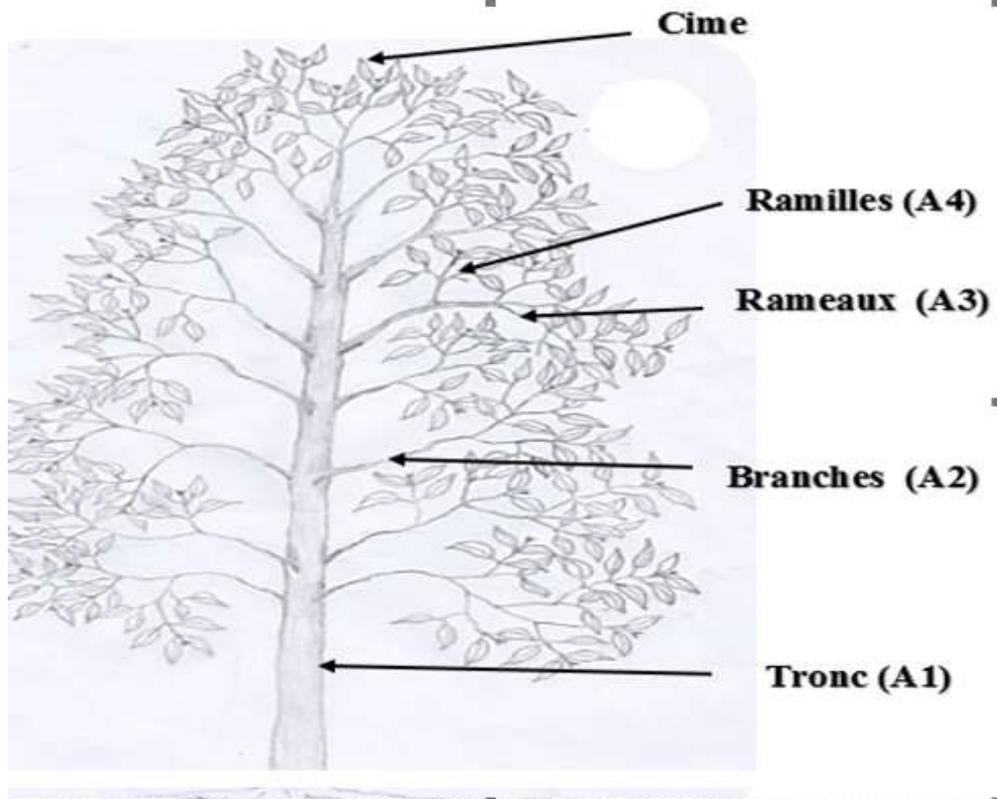


Figure 21: Jeune giroflier à 4 ordres de ramification

A partir de ce stade, d'autres phénomènes se produisent tels que :

➤ L'élagage naturel des axes à tous les niveaux : branches (A2) les plus basses, les ramilles (A3) et les axes A4 des années passées commencent à vieillir et se dessèchent puis meurent et finissent par tomber Il ne reste plus que les cicatrices laissées par axes des années passées.

➤ La floraison : à ce stade la plante de giroflier présente pour la première fois des appareils reproducteurs. Elle est donc en phase de maturité sexuelle et la plante a une taille de 2,5 à 3,5m de hauteur et est âgée de 4 à 7ans.

➤ La réitération : la plante duplique totalement ou partiellement sa propre unité architecturale pour former le houppier.

II-Résultats de l'analyse de la morphologie végétative du giroflier

II.1-Détermination du modèle architectural du giroflier

Les axes végétatifs du giroflier ont tous tendance à être des axes orthotropes. Le tronc est orthotrope monopodial à croissance continue, à phyllotaxie opposée décussée, à symétrie radiale. La ramification est immédiate. Les branches sont acrotones, orthotropes, à croissance monopodiale, tridimensionnelles. L'axe A1 vertical porte des branches tous orthotropes. Toutes ces caractéristiques correspondent au modèle architectural d'Attims (Tableau II). Les appareils reproducteurs se trouvent sur le bois de l'année.

II.-2-L'Unité Architecturale du giroflier

La plante de giroflier ne fleurit, en général, pour la première fois qu'à partir de l'âge de 5ans. Elle atteint son 4^e stade de développement. A cet âge, l'espèce a environ 2,5 à 3,5m de hauteur et toute la structure s'organise autour du tronc (Figure 18) et forme l'architecture élémentaire de l'espèce ou son unité architecturale (UA). Pour le giroflier, l'UA est alors composée de 4 catégories d'axes dont la première est le tronc (A1), la seconde regroupe les branches (A2), la troisième est formée par les rameaux longs (A3), la quatrième, les ramilles (A4) porteurs des boutons floraux.

Processus d'édification de l'Unité Architecturale du giroflier :

À la germination, la plantule de giroflier est constituée d'un axe vertical non ramifié portant 2 cotylédons et 2 feuilles simples opposées-décussées. Le méristème terminal enserré entre ces deux feuilles entre en activité quelques semaines plus tard et est à croissance

continue. Les feuilles, disposées selon un arrangement opposées décussées restent des feuilles simples.

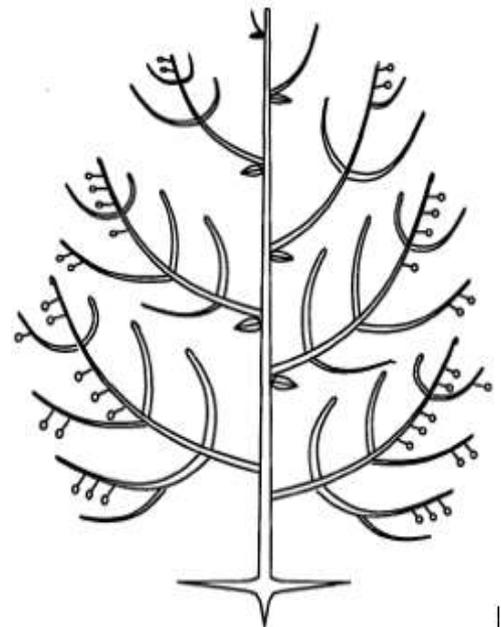
En pépinières que dans les plantations de girofliers, l'expression des premières branches a lieu généralement lorsque le giroflier atteint une hauteur de 30 à 70 cm. La ramification est mésotone à acrotone et est immédiate.

Ces premières branches sont développées, deviennent ramifiées plus tard avec une direction de croissance plus ou moins verticale ou oblique et un développement monopodial.

Au stade de l'unité architecturale (Tableau II), le giroflier est constitué de 4 catégories d'axes. Le tronc (axe A1) est constitué d'entre-nœuds de 7 à 9 cm et portent les branches (axes A2) qui sont à leur tour ramifiées en des rameaux longs (axes A3) porteurs d'appareils reproducteurs, ramifiés à leur tour et donnent naissance à des ramilles (axes A4) porteurs d'appareils reproducteurs.

Tableau II: Diagramme architectural du giroflier

TRONC (A1)	BRANCHES (A2)	RAMEAUX (A3)	RAMILLES (A4)
Monopodes	Monopodes	Monopodes	Monopodes
Orthotrope	Plagiotropes tendance orthotropes	Plagiotropes ou orthotropes	Plagiotropes ou orthotropes
Phyllotaxie opposée- décussée	Phyllotaxie opposée- décussée	Phyllotaxie opposée- décussée	Phyllotaxie opposée- décussée
Symétrie radiale	Symétrie radiale	Symétrie radiale	Symétrie radiale
Pérenne	Pérennes ou caduques à long termes	Pérennes ou caduques	Caduques
-	-	Floraison latérale, acrotone	Floraison latérale, acrotone



L'évolution de la croissance et du développement du giroflier est résumé dans le tableau III suivant. Les axes sont tous plus ou moins orthotropes. Les branches basses s'affaissent et deviennent plagiotropes avant de s'élaguer quand la plante entre en stade de sénescence.

Tableau III : Evolution du *Syzygium aromaticum* au cours de son développement

	Plantule	Jeune plante	Arbre mature
Forme du tronc	-Filiforme, - Axe unique ou double, monopodial, orthotrope et non ramifié	Tronc ramifié	Tronc cylindrique
Direction des axes	Tige dressée	Tronc orthotrope Branches horizontales ou obliques	Tronc orthotrope ou oblique Branches orthotropes ou obliques ou horizontales
Structure de la plante	Un ou deux tigelles minces dressées	Apparition successive des axes latéraux par ordre de ramification	Structure hiérarchisée et spécialisée : c'est l'obtention de l'U.A de l'espèce
Taille des axes	Mince	Branches et rameaux de petite taille	Branches, rameaux, ramilles et rameaux courts de petite taille
Elagage des axes	Pas d'élagage	Augmentation progressive du nombre des branches et acquisition de masse.	Apparition d'élagage de certains axes portés
Feuilles	Feuilles simples	Feuilles simples	Feuilles simples
Floraison	Pas de fleurs	Pas de fleurs	Présence de fleurs



Figure 22: Évolution de stades de développement du giroflier :

- A** : Germination épigée (cotylédons au-dessus du sol) phanérocotylaire (cotylédons photosynthétiques);
- B** : Plantule de giroflier
- C** : Jeune plante de giroflier
- D** : Plante avec des axes à 3 ordres de ramification de giroflier
- E** : Arbre avec une réitération totale (duplication du tronc);
- F** : Inflorescence du giroflier

B-Application en classe

Les résultats ci-après montrent les performances des lycéens en répondant aux 6 questions posées lors de l'observation des pieds de girofliers sur terrain et permettent de démontrer si l'intervention leur a permis de reconsidérer les valeurs des girofliers.

Résultats 1

Le tableau IV suivant montre si les lycéens ont pu distinguer les différents stades de développement du giroflier.

Tableau IV : Résultats de la première question

Questions	Réponses adéquates	Réponses inadéquates
1-A partir des observations sur terrain, déterminer les différents stades de développement du giroflier.	90%	10%

Parmi les vingt groupes de lycéens, 10% n'ont pas trouvé les réponses adéquates. Leurs représentations ont été incomplètes. L'analyse de leurs feuilles de copie lors de l'évaluation a permis de remarquer qu'ils ont confondu les stades de développement de la plante et les ordres de ramification. Ils ont donc commis des erreurs relevant de la mauvaise compréhension du concept étudié. La méthode transmissive entraîne donc la fausse conception. Leur processus d'apprentissage est resté au stade stockage des informations. Ceci est peut-être aussi dû par le manque de vocabulaire des lycéens. C'est un obstacle épistémologique.

Le tableau V suivant montre si les lycéens ont réussi à déduire les différentes catégories d'axes.

Tableau V: Résultats de la 2^{ème} question

Questions	Réponses adéquates	Réponses inadéquates
2-Par l'analyse de la structure morphologique externe de la plante de giroflier, déduire les différentes catégories d'axes d'un giroflier	80%	20%

Dans cette question, 20% des lycéens n'ont pas encore maîtrisé le concept "morphologique des axes végétatifs des plantes" parce que c'est un nouveau savoir. C'est pour cette raison qu'ils sont tombés en erreur lors de la mobilisation de connaissances acquises. L'erreur ici peut être liée à une charge cognitive trop importante pour ces groupes de

lycéens ou causée par la complexité du savoir à apprendre. Ceci constitue un obstacle épistémologique.

Le tableau VI suivant montre si les lycéens ont pu faire correctement des dessins schématiques des différentes catégories d'axes d'un giroflier au stade adulte.

Tableau VI : Résultats de la 3^{ème} question

Questions	Réponses adéquates	Réponses inadéquates
3-Faire un schéma de la structure végétative du giroflier (en représentant schématiquement les différents axes le composant)	40%	60%

Ce tableau montre que la plupart des réponses avancées par les lycéens (60%) n'ont pas été adéquates. D'après leurs dires, ils n'ont pas l'habitude de dessiner, car dans la pratique, en grande ville qu'à la campagne, la numérisation des schémas dans les cours constitue des obstacles à la réalisation des dessins. Les enseignants ont l'habitude de donner des photocopies et n'ont pas le temps pour faire faire des dessins à leurs élèves. Ceci dans le souci de pouvoir avancer plus vite, sans tenir compte de l'importance que prend l'art de dessiner pour favoriser l'apprentissage des élèves (enquête).

Le tableau VII suivant montre l'importance des girofliers aux yeux des lycéens cibles.

Tableau VII : Résultats de la 4^{ème} question

Questions	Réponses adéquates	Réponses inadéquates
4-D'après vous, après l'exposé et la descente dans les plantations de girofliers, expliquez les valeurs des girofliers dans la société et pour l'ethnie Betsimisaraka ?	65%	35%

Le tableau VII ci-dessus montre que 65% des lycéens ont donné les réponses adéquates contre 35%. Ces derniers n'arrivent pas à distinguer le concept « valeur » et « utilité » du giroflier. C'est pour cela qu'ils ont confondu les deux au moment de la mobilisation de leurs connaissances pour résoudre la question. D'après leurs représentations, la « valeur » est une chose quantifiable rattachée aux biens matériels. Cette conception constitue un obstacle épistémologique ou sociologique d'une part et un obstacle didactique d'autre part. Pendant l'exposé en classe, il y a eu dysfonctionnement du processus d'apprentissage. Ceci conduit à la fausse conception.

Le tableau VIII ci-après montre si les lycéens ont bien compris les utilités et les importances des girofliers. Parce qu'ils ont été évalués sur leur connaissance sur les

importances et rôles assuré par les girofliers dans deux domaines : économiques et domaine environnemental.

Tableau VIII: Résultat de la 5^{ème} question

Questions	Réponses adéquates	Réponses inadéquates
<p>5- Compléter le tableau (Annexe 4) suivant à partir des mots de la liste montrant les utilités/importances de la plante de girofliers.</p> <p>Liste des mots : clous ; protection de sols ; essence ; purification de l'air ; bois de chauffage ; beauté des paysages ; parfum</p>	85%	15%

La majorité (85%) des lycéens a donné la bonne réponse contre 15%. Ces bonnes réponses sont expliquées par le fait que l'étude a été effectuée à Analanjirofo où les revenus ménagers dépendent en majeure partie des cultures d'exportation, dont celle des girofliers.

Néanmoins, trois (03) groupes soit 15% des lycéens ont commis des erreurs. Même dans la région Analanjirofo, il y a des gens qui ne connaissent pas l'utilité des produits de girofliers. Ces trois groupes ont également eu du mal à distinguer les concepts environnementaux et les concepts économiques. Il faut noter que la région Analanjirofo est encore privée d'usines transformant les produits agricoles en produit fini. Malgré la séance d'exposé effectué au début de l'intervention, les obstacles épistémologiques des lycéens n'ont pas été surmontés. Car, ils ont mélangé ces deux concepts.

Les résultats sur les avis des lycéens sur la revalorisation et la protection des plantations de girofliers sont présentés dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau IX : Résultat de la 6^{ème} question

Questions	Réponses adéquates	Réponses inadéquates
6-Est-il important de revaloriser et protéger la plantation de giroflier ?	100%	0%

Il s'agit de la sensibilisation des lycéens sur l'urgence de prendre des mesures pour la protection et la conservation des plantations de girofliers. Connaissant déjà la réponse attendue pour cette question, tous les groupes de lycéens ont répondu qu'il est important de revaloriser et de protéger les plantations de girofliers. Cependant, ils ont eu peur d'exprimer leurs idées quant aux mesures à prendre pour protéger ces plantations de girofliers.

Pendant l'exposé, ils ont pris des notes pour qu'ils puissent se mémoriser des nouvelles connaissances qu'ils ont acquises. De cette manière, ils peuvent être les vecteurs du message sur l'importance de la revalorisation des plantations de girofles

En conclusion, la majorité des réponses présentées par les apprenants à ces six questions d'évaluation a été adéquate même si certains groupes d'apprenants ont commis quelques erreurs. Ceci a diverses origines dont la difficulté à mobiliser les nouvelles connaissances acquises pendant la séance enseignement/apprentissage en classe.

Les notes sur cette évaluation sont résumées dans le tableau 10 et la figure 20 ci-après.

Tableau X : Synthèse de notes des groupes sur l'investigation chez le girofler

Mention	Blâme	Médiocre	Insuffisant	Passable	Assez Bien	Bien	Très bien	Excellent	
Notes de groupes	5 <	[5-7[[7-10[[10-12[[12-14[[14-17[[17-19[≥ 19	Total
Effectifs	0	1	2	2	9	4	2	0	20

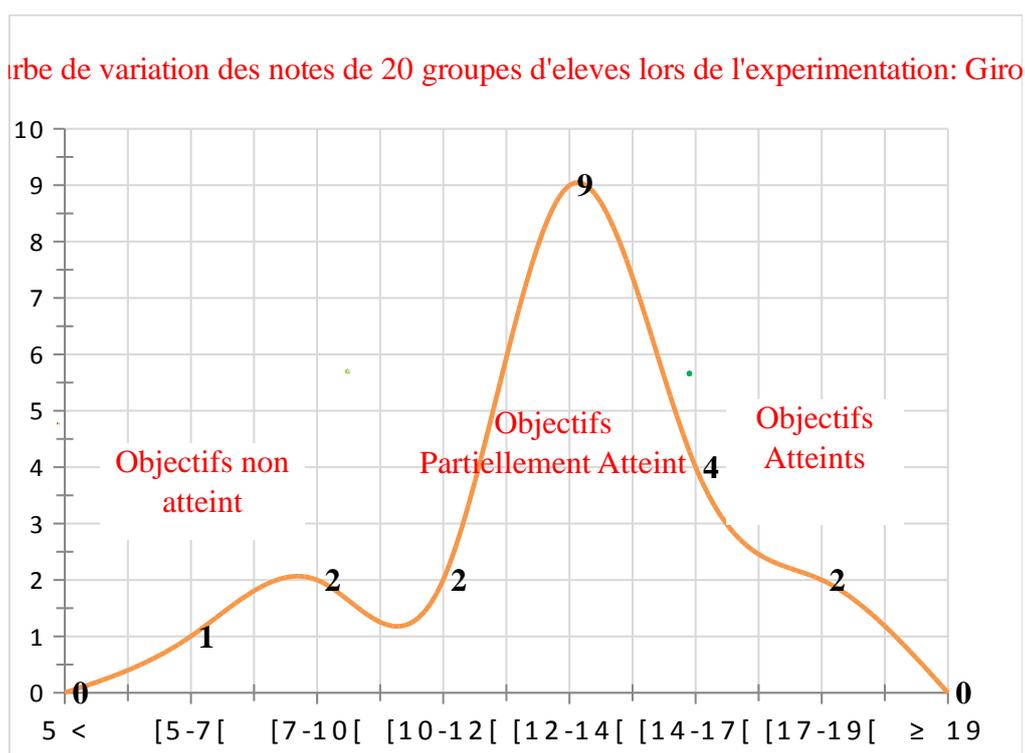


Figure 23 : Courbe de variation des notes de 20 groupes d'élèves pendant l'expérimentation

Sur la courbe de la figure 20, parmi les 20 groupes de lycéens, un groupe (5%) obtient la note moyenne inférieure à 7 sur 20, deux (02) soit 10% ont une note moyenne inférieure 10,

mais supérieure à 7 et dix-sept (17) soit 85% obtiennent la note supérieure ou égale à 10. L'allure de la courbe gaussienne explique que la distribution montre une classe modale.

L'étude statistique des paramètres de cette distribution a donné la moyenne $m_o = 12,6$ si la médiane **Me** vaut 12,5. La classe modale de cette distribution est l'intervalle de notes de 12 à 14 obtenues par 9 groupes avec écart-type (E), indices de dispersion, de 2,77.

Cette courbe représentative montre que ces lycéens sont dans le niveau d'apprentissage lors de l'expérimentation. Les plages de normalité de la distribution mettent en lumière que : 15 groupes soit 75% se situent dans l'intervalle $[m_o - E ; m_o + E]$, 19 soit 95% groupes dans $[m_o - 2E ; m_o + 2E]$ et 100% de lycéens sont compris dans la plage de $[m_o - 3E ; m_o + 3E]$.

La série statistique, distribution des notes, suit la loi normale comme la courbe gaussienne le montre. Selon l'atteinte des objectifs d'apprentissage et le niveau de l'apprentissage des lycéens cibles, les 20 groupes de lycéens se répartissent comme dans le tableau XI suivant :

Tableau XI : Synthèse des résultats de l'évaluation en classe

Objectifs non atteints	Objectif de l'apprentissage soit partiellement atteints			Objectifs atteints
Debut de l'apprentissage	Mo - E = 9,83	Mo = 12,6	Mo + E = 15,37	Fin de l'apprentissage
	En cours d'apprentissage			
03 groupes d'étudiants	15 groupes d'étudiants			02 groupes d'étudiants

- La majorité des lycéens, 75%, ont atteint partiellement les objectifs d'apprentissage. Ils sont en cours d'apprentissage.

- 15% n'ont pas réussi l'apprentissage, ils n'ont pas atteint les objectifs d'apprentissage. Ces étudiants sont encore en début de l'apprentissage

- 10% sont déjà à la fin d'apprentissage

Résultats 2

Le tableau XII ci-après renseigne que parmi les 114 lycéens cibles, 93 soit 81,58% ont adhéré des clubs environnementaux au sein de chaque établissement scolaire.

Tableau XII : Effectifs des membres adhérents dans les clubs environnementaux dans chacun des établissements cibles

Lycées	Effectifs des membres	Noms des clubs
Lycées MANAMPISOA	45	ESPACE VERT
Lycée PRIVE ELITE	25	ARO

Lycée PRIVE FJKM	23	MAITSO
TOTAL	93	

DISCUSSION ET CONCLUSION

A- Discussion sur l'étude de la morphologie des axes végétatifs du Giroflier

Les méthodes d'observation et de dessin effectuées sur les girofliers à différents stades de développement nous ont permis de décrire la morphologie des axes végétatifs spécifiques de cette espèce végétale. En effet, son unité architecturale particulière est formée de quatre catégories d'axes qui sont : le tronc (C1), les branches (C2), les rameaux (C3) et les ramilles (C4). Cette morphologie spécifique est acquise vers les 4 à 7 ans où la plante présente sa première production en clous (Mémento de l'agronomie, 2009 ; Lobietti, 2013). Elle est le résultat de l'interaction de la plante aux différents facteurs écologiques de la région. L'utilisation des critères d'observation adéquats a permis de décrire les différents stades de développement de l'espèce dans les pépinières ainsi que dans les plantations de girofles. La méthodologie adoptée a donc permis d'atteindre les objectifs de la recherche.

L'étude de la morphologie végétative du giroflier a débuté au stade germination. Ceci a permis d'observer que les girofliers ont une germination épigée (cotylédons visibles à la surface) et une germination phanérocotylaire avec des cotylédons photosynthétiques. La plantule se développe de façon continue, car sa croissance est assurée par le méristème terminal qui fonctionne indéfiniment. Le giroflier a un port monopodial, à phyllotaxie opposée-décussée, une ramification continue avec des branches monopodiales. Chez le giroflier adulte, les branches les plus basses se fléchissent et se courbent, mais les axes dans la partie apicale de la plante sont tous orthotropes. Le modèle architectural de la plante est celui d'Attimis. En effet, tous les axes sont plus ou moins orthotropes, les inflorescences se trouvent sur le bois de l'année. D'autres plantes malgaches ont déjà fait l'objet d'études architecturales approfondies comme quelques espèces de caféiers sauvages (Andrianasolo, 2012) et une espèce de baobab, *Adansonia grandidieri* (Andriamparany, 2014). Faute de temps et de matériels adaptés pour des observations approfondies (loupes, appareil photo performant, pieds à coulisse utilisés dans ces études) et compte tenu de nos objectifs qui consistent à faire des adaptations de ce concept pour les lycéens de Vavatenina, nous sommes restés au niveau notions sur le concept architecture des plantes sans avoir pu entrer en détail.

➤ Insuffisance des matériels : la prise de photos aurait pu se faire avec un appareil photographique plus performant pour pouvoir visualiser plus en détails la structure de la plante, car plus le nombre d'axes augmentent plus ça devient difficile de voir les détails de leur arrangement.

➤ Insuffisance de temps d'observation : la durée d'étude était très courte ; sept (07) mois. Ce qui n'a pas permis le suivi minutieux de chaque stade de développement de giroflier. C'est pour cette raison que certaines données ont été collectées à partir des « interviews » auprès des agriculteurs, des responsables des services agricoles et des techniciens œuvrant dans ce domaine. En effet, l'étude de la morphologie végétative des plantes demande beaucoup plus de temps pour pouvoir faire en parallèle les observations et les suivis en prenant des photos pour chaque étape de la vie de la plante.

En outre, la pratique paysanne sur les girofliers pose aussi des problèmes. Certes, le giroflier doit être taillé pour faciliter la récolte, mais cette pratique s'effectue d'une manière excessive. En effet cette pratique entraîne une dégradation de la récolte pour les années prochaines voire le manque d'individus productifs et une baisse significative de la production (Gyre, 2013). Ainsi, la plupart des pieds de girofliers dans les champs sont traumatisés. Il nous a été difficile de trouver des pieds de girofliers normaux, qui étaient très rares, pour avoir des données fiables.

En tout cas, ces études constituent des études de cas pour d'autres plantes d'importance économique, culturelle... à Madagascar selon les régions. Cette étude a permis de valoriser les girofliers d'Analanjirifo par l'étude des particularités morphologiques de leurs axes végétatifs. L'étude architecturale approfondie de cette espèce reste à faire.

B-Application en classe

Les résultats ont montré que 75% des groupes de lycéens ont atteint partiellement les objectifs d'apprentissage, 20% ne les ont pas atteints et 5%, les ont atteints. Ce sont les fruits de l'efficacité du modèle d'approches et méthode voire style d'enseignement/apprentissage que nous avons utilisé. Ainsi, les modèles transmissifs et la pédagogie de découverte utilisée pendant l'expérimentation semblent être adéquats pour développer chez les lycéens le sens du détail et l'envie de conservation de la nature.

La maîtrise du contenu par l'enseignant a été nécessaire pour la bonne transmission des connaissances bien que l'exposé ait été limité dans un temps bien déterminé (15 à 20mn). Les diapositives ont été conçues de façon agréable de plus que c'est pour la première fois que ces lycéens apprennent avec l'utilisation de vidéoprojecteur. Les diapositives contenaient beaucoup d'illustrations (photos réelles, schémas...) et moins de texte, facilitant ainsi l'assimilation des informations à transmettre aux lycéens par la mémoire visuelle.

L'utilisation de la méthode analogique nous a permis d'introduire la notion d'étude de la morphologie végétative des végétaux ou l'architecture des plantes à partir de celle d'une maison. C'est le principe pour remplacer une idée ou concept complexe et inconnu par un fait connu et simple qui l'illustre afin d'atteindre l'objectif qui est l'acquisition de ce concept. Le processus d'apprentissage ici a donc été favorisé par l'analogie entre la structure aérienne de ces deux concepts. En plus, l'utilisation des approches pédagogiques et didactiques variées : approche cognitive, sensorielle, affective, coopérative, expérientielle et approche morale ou éthique ont permis la mise en œuvre de l'éducation environnementale et au développement durable (Meunier,2004).

D'après Saout, Lucie (2015), l'image comme le dessin permet de capter le regard et l'attention des apprenants. En pédagogie, ils aident à l'acquisition des connaissances. Dans l'épistémologie, l'image est perçue sous son rapport entre le concept et la matérialisation du dessin (Drouin, 1987).

En effet, la majorité des lycéens a retenu quelque chose du concept enseigné. Cela leur a permis d'être initiés aux thématiques botaniques et les prépare à leur avenir universitaire. Au moment de la mobilisation des connaissances sur le terrain dans les champs de girofliers, l'approche par compétence a été efficace pour la résolution de problème par les apprenants. Ils ont développé la possibilité d'investir l'ensemble des connaissances qu'ils ont intégrées et acquises lors de l'exposé comme ressources pour résoudre la situation-problème en observant les plants de girofliers (De Ketele, 1996).

Le socioconstructivisme a été positif pendant cette situation d'enseignement/apprentissage. Cette théorie favorise l'interaction entre les membres de chaque groupe pour construire leurs connaissances. Dans chacun des groupes, les lycéens ont confronté leur compréhension du concept enseigné par la comparaison de leurs perceptions respectives. C'est grâce à cette méthode qu'il y ait eu échange et interaction entre les lycéens de chaque groupe. Ceci leur a permis d'organiser leurs conceptions antérieures et d'intégrer davantage le concept étudié. Ces différentes approches ont permis aux lycéens de construire quelques représentations simples de la morphologie végétative des girofliers et de leur conservation.

Dans la pratique des dessins, les apprenants ont eu des difficultés. En effet, douze (12) groupes soit 60% des lycéens n'arrivent pas à dessiner la forme de la plante en question. Leur représentation est trop schématique sans précision et pas de rigueur scientifique. D'après leurs dires et d'après les enquêtes effectuées auprès des enseignants surtout en Science de la Vie et de la terre (S.V.T) dans ces lycées, les professeurs favorisent plutôt l'utilisation des photocopies

pour illustrer leur cours. Ils distribuent des fascicules lors de l'enseignement/apprentissage du chapitre concerné. Ce fait a été constaté aussi bien dans les lycées en villes qu'à la campagne. (Enquête et observation pendant les stages pratiques aux lycées).

Dans l'enseignement/apprentissage, le dessin est un moyen pour «élaborer, structurer et manipuler des connaissances à différent niveau, dans différents domaines ». Dessiner fait partie de l'éducation artistique qui reflète les intentions de son auteur (Gaglia, 2008). Le fait de dessiner est donc une méthode d'apprentissage efficace pour développer chez les lycéens l'esprit d'analyse à partir de l'observation du détail. En tant qu'art, il développe la culture scientifique et des compétences cognitives chez les lycéens. Notre intervention dans les lycées cibles marque ses limites à ce niveau-là car l'objectif n'a pas été entièrement atteint.

Rattachée à l'éducation relative à l'environnement dans le programme scolaire depuis 1982 (Martin, 2013), notre recherche contribue à la conservation de la nature. Par cette étude, les valeurs économiques, sociétales et environnementales des girofliers ont été évoquées. En effet, l'exploitation des girofliers doit se faire de façon rationnelle en respectant la plante et en répondant aux besoins de la population locale. C'est la vision globale du développement durable, qui est un « *développement répondant aux besoins du présent sans compromettre la capacité de générations futures à répondre aux leurs* » (Rapport de Brundtland 1987). Dans la conservation de la Biodiversité, aussi bien animale que végétale, le manque des connaissances même basiques sur la vie de l'espèce étudiée, ses conditions de vie (climat, sol, physiologie...), ses utilités et son importance dans son milieu naturel, représente un obstacle majeur pour sa conservation. Or la conservation commence par l'éducation, la formation des acteurs comme les lycéens qui formeront la société de demain. Car « *Nous ne protégeons que ce que nous aimons, nous n'aimons que ce que nous comprenons, nous ne comprenons que ce que nous est enseigné* » (Baba Dioum in Agenda 2016). Les observations *de visu*, des pieds de girofliers dans les plantations ont été indispensables pour développer chez les lycéens de bons sentiments vis à vis de cette espèce. C'est pourquoi le taux d'adhésion des lycéens dans des clubs environnementaux après nos interventions dans leur classe est élevé. Notre recherche a donc permis la construction des connaissances sur le giroflier. Les lycéens ont pris conscience des particularités morphologiques de cette espèce végétale économiquement importante. Les compétences acquises par l'expérimentation engendrent l'amour des lycéens envers les girofliers et conduiront, nous espérons, à leur conservation.

En ce qui concerne le volet enseignement/apprentissage, deux grands problèmes ont été rencontrés :

➤ la grève des enseignants dans les établissements publics lors de la période de l'expérimentation. Cette situation nous a bloqués quant à l'effectif des cibles disponibles pour notre application en classe. C'est pour cette raison que nous étions obligés de travailler dans des lycées privés.

➤ Les actions pour l'environnement demandent des plans d'actions au sein des clubs ou association. Malheureusement, nous n'avons pas eu assez de temps pour faire plus de sensibilisation. Nous avons créé une association pour la conservation des pieds de girofliers. Les lycéens ayant adhéré cette association ont besoin d'assistance voire des partenariats pour pouvoir avancer. Cela fera partie également de nos perspectives.

Recommandations

L'étude de la morphologie des axes végétatifs des girofliers doit s'effectuer pendant une assez longue période qui permettrait de suivre l'évolution de la structure végétative de la plante de la graine à la sénescence chez des girofliers n'ayant pas subi de traumatisme et qui croisse dans des conditions écologiques stables.

Etant donné un des piliers au développement de la nation, tout le monde est invité à respecter et valoriser la culture de plante économiquement importante. Il ne faut pas donc, les détériorer, ni les abîmer.

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'éducation relative à l'environnement, l'éducation artistique, par le biais des dessins de la nature, doit faire partie intégrante du programme scolaire parce que des manques d'intérêts des jeunes sur les thématiques botaniques (des plantes) sont constatés (Jana *et al.*, 2018). Or, pour eux, de solides connaissances sur cette discipline, sont nécessaires pour s'approprier des thématiques liées à la conservation de l'environnement, à l'écologie et au développement durable afin de pouvoir émettre un jugement et prendre des décisions. Cela favoriserait le développement de l'amour de la nature chez les lycéens, et lié à sa compréhension et conduirait efficacement à sa conservation.

La pratique pédagogique des enseignants doit toujours mettre en relation les apprenants avec leur milieu de vie. Dans le but de sensibiliser les lycéens à la protection des girofliers, il est nécessaire de leur fournir des matériels pédagogiques tels que des photos réelles de plantes, de leur permettre d'observer de leurs propres yeux les plantes. En collaboration avec les autorités locales, que des pieds de girofliers soient recommandés pour être reboisés sur les collines dépourvues de leur végétation. Ceci contribuerait à l'amélioration de l'environnement mais également à obtenir plus tard une nouvelle population de girofliers plus vigoureux.

CONCLUSION

Cette étude a permis d'une part à améliorer les connaissances des lycéens locaux sur le giroflier, plante emblématique de leur région, Analanjirofo.

En effet, les observations sur terrain ont permis de prouver que cette espèce a des axes végétatifs qui ont des particularités morphologiques adaptées aux facteurs climatiques du milieu. Ainsi, la structure spécifique de cette espèce végétale est composée de cinq ordres de ramification : le tronc (A1), les branches (A2), les rameaux (A3), les ramilles (A4). Cette architecture s'exprime chez le giroflier de 4 à 7 ans. Chaque stade correspond à un ordre d'apparition des axes appelé aussi ordre de ramification. L'utilisation des critères d'observation adéquats a permis de décrire ces différents stades de développement de l'espèce. Les lycéens ont pu acquérir des connaissances sur les particularités morphologiques des axes végétatifs des girofliers, se rendre compte de la place que le giroflier occupe dans l'économie de Madagascar et notamment dans celle de la population de la région Analanjirofo. Ils ont pu s'initier aux thématiques botaniques, un des grands piliers de l'éducation au développement durable et à la conservation des espèces endémiques de Madagascar et d'importance économique, culturelle...

En plus, l'observation directe des pieds de giroflier dans les plantations (approche sensorielle : voir, toucher), a permis la réappropriation de l'importance de la plante pour les lycéens et a fait évoluer chez eux des sentiments positifs envers les girofliers.

Face à l'exploitation abusive et la vieillesse des pieds de girofliers, la production de clous de girofle ne cesse de diminuer. Notre travail s'intéresse à la stratégie de conservation des girofliers en les valorisant en milieu scolaire puis dans la société tout entière. Dans la région Analanjirofo, la culture des girofliers constitue des sources de travail et de revenus pour plusieurs familles. La dégradation de la culture engendrerait des difficultés économiques et sociales pour plusieurs familles de cette région. On doit établir donc des solutions pour conserver la plantation des girofliers.

En tant qu'enseignant et citoyen responsable, il est temps de faire connaître les importances économiques, sociales et environnementales des girofliers. Introduire l'apprentissage des girofliers en milieu scolaire est important, car cela permet de faire connaître les girofliers aux jeunes par l'apprentissage artistique, sensoriel comme le slogan de l'éducation relative à l'environnement l'affirme : " La connaissance conduit à la compréhension. Les deux engendrent l'amour qui conduit à la conservation".

La création des clubs pour la protection et valorisation des girofliers voire l'environnement au sein des lycées se présente comme un moyen efficace de sensibilisation. Ces clubs symbolisent l'unité des forces et constituent un lieu de partage pour la mise en œuvre des projets de conservation au niveau scolaire. Ces actions permettent la valorisation des girofliers et la conscientisation des jeunes vis-à-vis des dangers et menaces à l'encontre des girofliers....



Références bibliographiques

- Alizany, N., Rakotondravelo, J.C. ; Rabarijohn, R.; Raharinjanahary, H., Rabearisoa, L. ; Ranaivonasy, J. et Tiani, A.M. (2010). Les stratégies d'adaptation aux cyclones dans la région d'Analanjirifo, Madagascar : Aperçu sur l'adaptation. No.5, 1-5.
- Altet, M. (2008). Analyser et comprendre la pratique enseignante, Presse Universitaire de Rennes, Paris.
- Andriamparany, M. (2014). Etude architecturale d'*Adansonia grandidieri* Baillon, dans la région du Menabe. Mémoire DEA, Dept. Biologie et Ecologie végétales. Faculté des Sciences. Univ. Tanà. 78 p et annexes.
- Andrianasolo, D. (2012). Génétique des populations et modèles d'architecture et de production végétale. Application à la préservation des ressources génétiques des *Mascarocoffea*. Thèse de doctorat. Université de Montpellier 2. 163p.
- Astolfi, J-P. (1990). Les concepts de la didactique des sciences, des outils pour lire et construire les situations d'apprentissage. Recherche et formation n°7, pp. 19-31
- Astolfi, J-P & Develay. (1989). La didactique des sciences, P.U.F, coll. Que sais-je ?
- Astolfi, J-P. (1997). Mots-clés de la didactique des sciences : repères, définitions, bibliographies. De Boeck Université.
- Barbelet, S. (2015). Le girofler : Historique, description et utilisations de la plante et de son huile essentielle. Thèse de doctorat d'Etat .120p
- Barthelemy & Caraglio. (1991). Modélisation et simulation de l'architecture des arbres. Bulletin de Vulgarisation forestière, Forêt Enterprise, n° 73, pp. 28-39.
- Barthelemy D. (1988). Architecture et sexualité chez quelques plantes tropicales : le concept de floraison automatique. Thèse de Doctorat: U.S.T.L. Montpellier II. 262p
- Barthelemy, D. (1991). Canopy architecture. In: Raghavendra A.S. (ed.), Physiology of trees: John Wiley and Sons, Chichester. p. 1–20.
- Barthelemy. (1989). Architectural concepts for tropical trees. In: Holm-Nielsen L., B. & Balslev, H. (eds.), Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity. Academic Press, London. p. 89–100.
- Caraglio. (2015). Notions élémentaires de Morphologie et d'Architecture Végétale.

- Chalot, C. (1927). La culture des plantes à parfums dans les colonies françaises, Etudes et Mémoires n°112, 112p.
- Champagnat P., Barnola P., Lavarenne S. (1986). Quelques modalités de la croissance rythmique endogène des tiges chez les végétaux ligneux. In : Edelin C. (Ed.), L'Arbre, Comptes rendus du Colloque International sur l'Arbre, Montpellier, 9-14 Septembre 1985. *NaturaliaMonspeliensia*, (n° hors-série) ; 279-302.
- Chevallard Y. (1985) La Transposition didactique, Grenoble, La Pensée sauvage, 2ème éd.augmentée, 1991.
- Claire, M. (2014). « Connaissances et savoirs. Concepts didactiques et perspectives sociologiques ? », *Revue française de pédagogie*.
- Cohen-Azeria. (2013). *Revue de sciences de l'éducation*, vol 38, n°1,2/12, pp212-213.
- Danthu, P., Penot, E.,Ranoarison, K. M.,Rakotondravelo, J.C., Dounias, I.M., Michels, Th., Normand, F.,Razafimamonjison, G.,Fawbush, F. et Jahiel, M. (2014). Le giroflier à Madagascar : une « success story » ... à l'avenir incertain. 35p
- Demangel, A. (2011). Faisabilité de la mise en place d'une Indication Géographique sur le Clou de girofle à Madagascar. Mémoire de Fin d'Études Ecole supérieure d'Agro-Développement International. Pp 20-36.
- Drouin, A.M. (1987). Des images et des sciences, Aster n°4, INRP Paris
- Edelin, C. (1984). L'architecture monopodiale : l'exemple de quelques arbres d'Asie tropicale. Thèse de Doctorat d'Etat : USTL, Montpellier II. 258 p.
- Fourcin, C. ; Penot,E. ; Michel, I. ; Danthu, P. et Jahiel.M.(2015).Contribution du giroflier à la sécurité alimentaire des ménages agricoles dans la région de Fénérive-Est, Madagascar .AFS4FOOD.Document de travail n° 14, Modélisation économique et analyse prospective
- François, E. (1928). La culture du giroflier à Madagascar. *Revue de Botanique Appliquée et d'agriculture coloniale*, 8e année, bulletin n°86.p-693-696.
- Gerard, L. (2015). L'alignement pédagogique : un concept clé en pédagogie universitaire. Billet de blog publié le 25 août 2015.
- Halle, et Oldeman. (1970). Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Paris : Masson, 176 p.

- Hoareau, D. (2012). Memoire de stage : Ecologie de la germination des espèces de La Réunion.
- Jana, Q. ; Catherine, B. ; Denise, O-R & Christian, O. ; et Amélie., T. & Annette, S. (2018). Approche didactique franco-allemande : Biologie des plantes.
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning. Experience as the Source of Learning and Devepment*. EnglewoodCliffs.NJ, Prentice-Hall.
- Levasseur, S. (2012). Analyse des systèmes agricoles à base de girofliers à Sainte Marie, Madagascar : Entre héritage colonial et innovations paysannes. Mémoire de Fin d'Études Montpellier SupAgro, Spécialité Ressources, Systèmes Agricoles et Développement (RESAD).74p.
- Leydet, C. ; Penot, E. ; Danthu, P. ; et Michel, I. (2016). Dynamique de la plantation et des peuplements de girofliers des territoires villageois de Fénériver – Cas de la Commune d'Ambatoharanana (Madagascar). Partie 1 : analyse cartographique
- Lobiatti, S. (2013). Analyse des systèmes girofliers à Fenerive-Est, Madagascar : dynamiques spatiales, trajectoires et stratégies paysannes. Mémoire de Fin d'Études Montpellier SupAgro, Spécialité Ressources, Systèmes Agricoles et Développement (RESAD). Pp15-24
- Maistre, J. (1964). Le clou de Girofle. In : *Les plantes à épices*. G.-P. Maisonneuve, Larose Éditeur, France, 77-124.
- Meunier, O. (2004). Les dossiers de la veille. Education à l'environnement et au développement durable, Cellule de veille scientifique et technologique, août 2006, Institut national de recherche pédagogique.
- Mili, A. (2013). Les styles d'apprentissages et les styles d'enseignement : Les convergences et les divergences. Faculté de Science de l'Education-Université Mohamed V Rabat.
- Muzard, J. (2014). Quelques notions essentielles de didactique. IEN économie gestion-Académie de Bordeaux.
- Normand. ;Danthu P., Michels, T. ; Penot ; E. ; Razakaratrio, J ; Jahiel, M. (2012). Mise en œuvre d'une approche intégrée pour améliorer la production de produits du giroflier à Madagascar .16p

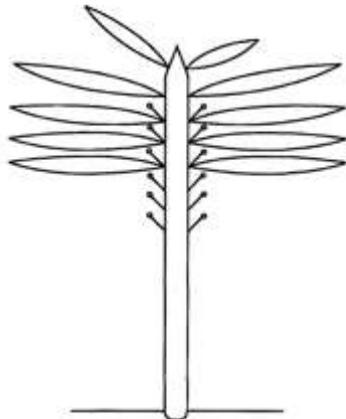
- Oldeman R. (1974). L'architecture de la forêt guyanaise. Paris : ORSTOM, Mémoire n°73. 204 p.
- ONE. (2009). Tableau de bord environnemental Région Analanjirofo.pp. 263-265.
- Rakotovao, L. ;Randrianjohany, E. (1996). Origine et répartition bioécologique des plantes de Madagascar. In Biogéographie de Madagascar. Colloque International, Paris (FRA), 1996/09/26-28.
- Ranaivoarisoa. (1980). La production et économie girofliers dans le district de Fenerive-Est, Madagascar.
- Raynal F. et Rieunier A. (1998). Pédagogie : dictionnaire des concepts clés, Paris, ESF éditeur.
- Rey, R. (1993). L'architecture des plantes : Morphologie. Cirad - La recherche agronomique pour le développement.
- Sid Amar W. (2017). L'impact du style d'enseignement sur la motivation et l'autonomie des étudiants Algériens. Mémoire de fin de cursus en vue de l'obtention d'un diplôme de Master en Didactique.69p
- Tomlinson, P. & Gill, A. (1973). Growth habit of tropical trees: some guiding principles. In: Meggers, J.B., Ayensu, E.S. & Duckworth, W., D. (eds.), Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review. Washington, Smithsonian Institute Press, 129-143.

Annexes

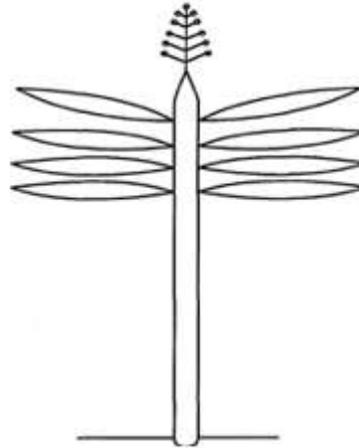
Annexe 1 : Les 23 modèles architecturaux des végétaux (Hallé et Oldeman 1970 ; Hallé et al. 1978) :

1- Les plantes à axes végétatifs non ramifiés

Modèle de Corner

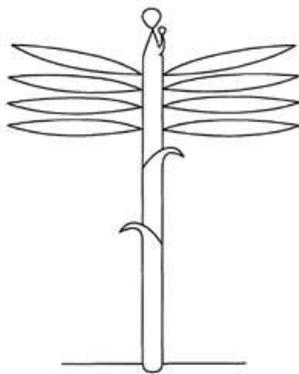


Modèle de Holttum

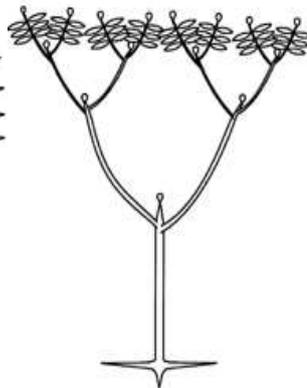


2- Les plantes à axes végétatifs ramifiés

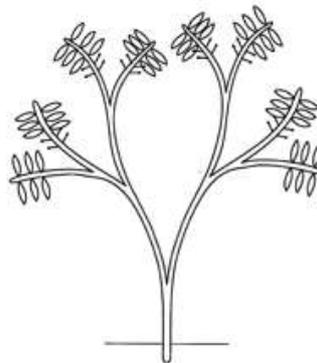
Modèle de Chamberlain



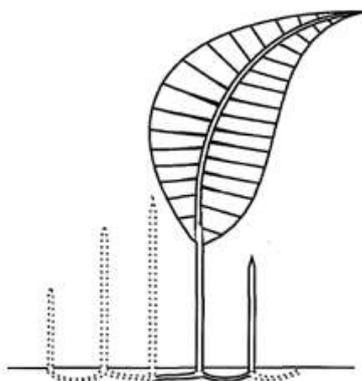
Modèle de Leeuwenberg



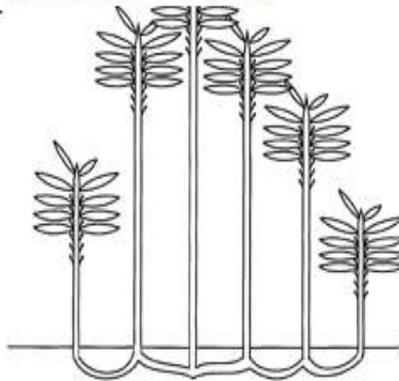
Modèle de Schoute



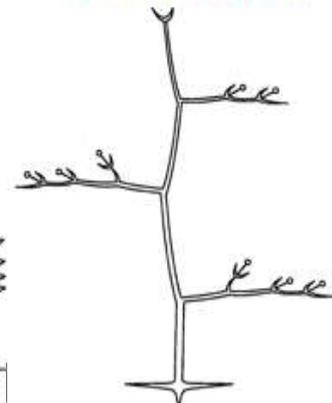
Modèle de Mac Clure



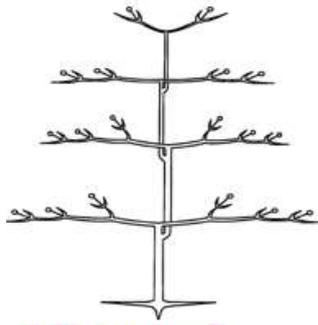
Modèle de Tomlinson



Modèle de Koriba



Modèle de Prévost



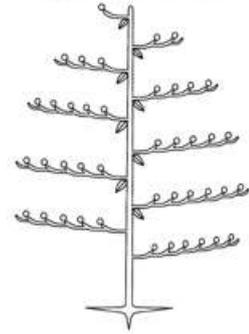
Modèle Attims



Modèle Rauh



Modèle de Petit



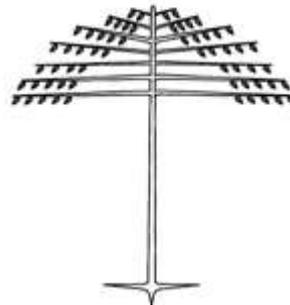
Modèle Roux



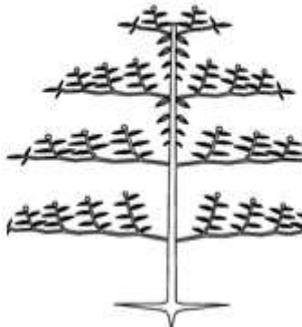
Modèle Aubreville



Modèle de Cook



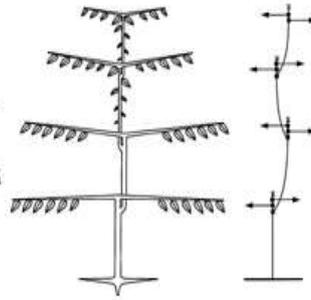
Modèle Fagerlind



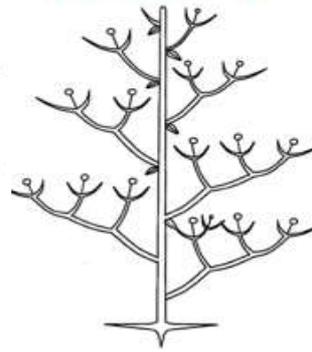
Modèle Massart



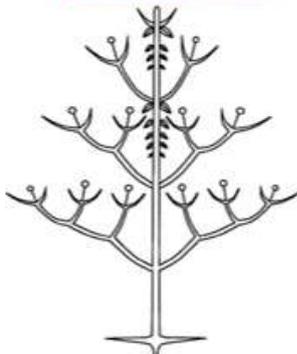
Modèle Nozeran



Modèle de Stone

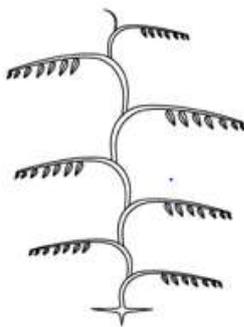


Modèle de Scarrone

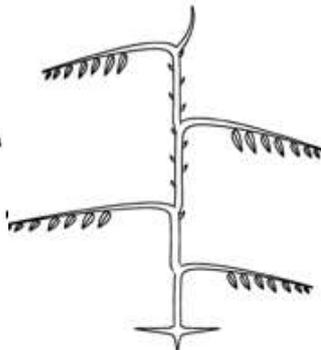


3- Les plantes à axes végétatifs mixtes

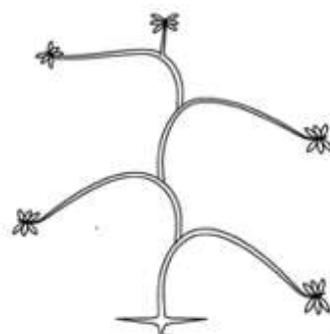
Modèle de Troll



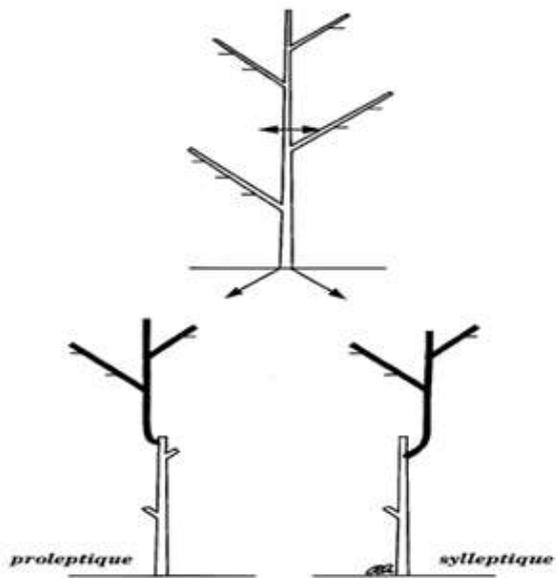
Modèle de Mangenot



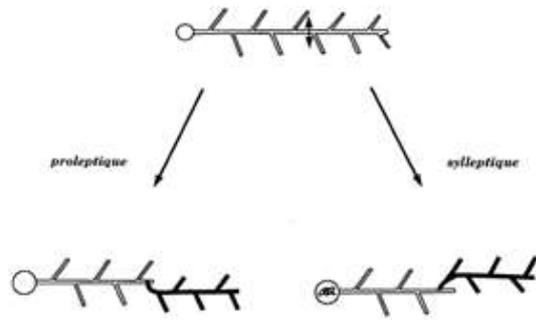
Modèle de Champagnat



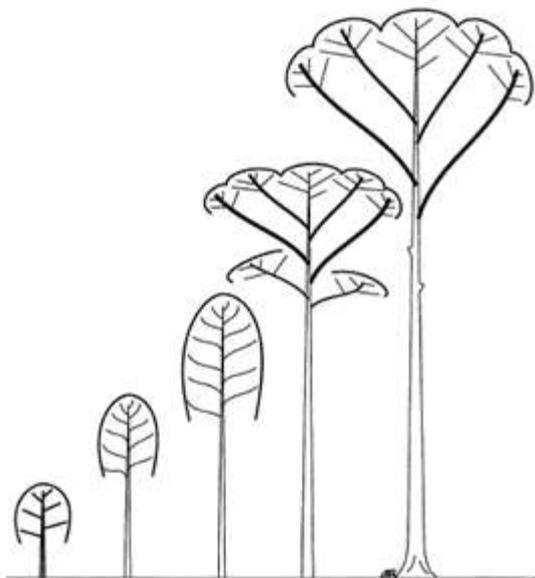
Annexe2 : Réitérations



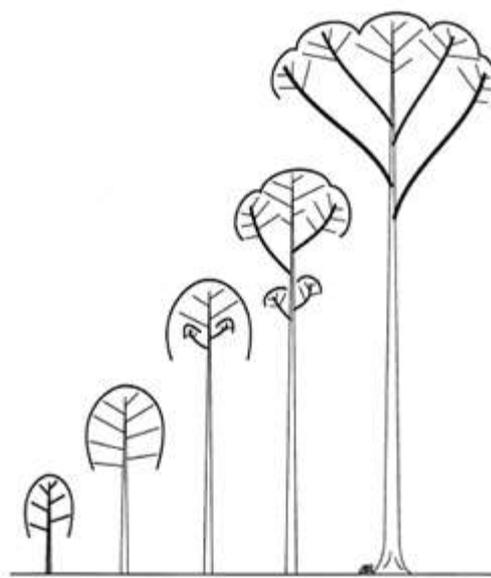
Réitération traumatique totale



Réitération traumatique partielle



La réitération adaptative sylleptique



La réitération adaptative proleptique

Annexe3 : Notes de 20 groupes d'lycéens lors de l'évaluation

N* de Groupes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Notes/20	08	12,5	11,5	18	12	14	12,5	13,5	06,5	11,5

N* de Groupes	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Notes/20	15	12,5	08,5	12,5	14	17,5	12,5	12	13	14,5	252

Annexe 4 :

(A) : Importances économique des girofliers	(B) : Rôles environnementaux des girofliers
-production de clous et essence, -parfum, -source de bois de chauffage	-protection de sols, -purification de l'air, -beauté de paysages

Annexe 5: Quelques Figures prises pendant les travaux sur le terrain



Interaction entre les lycéens pendant l'évaluation



**Membre du club
environnemental
(LP FJKM)**



**Membre du club
environnemental
(LP ELITE)**



**Figure de Classe
LP FJKM**



Des vieux pieds de girogliers

Pépinières des girofliers



Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES