

**ÉTUDE D'UN EXEMPLE DE TRANSPPOSITION DIDACTIQUE EN BIOLOGIE  
VÉGÉTALE : L'ORGANOGENESE RACINAIRE  
DU LUDWIGIA ADSCENDENS (L.) HARA**

Valdiodio NDIAYE<sup>1</sup>, Papa Ibra SAMB<sup>2</sup>, Amadou Tidiane BA<sup>2</sup>,  
Babacar GUEYE<sup>1</sup> et Ibrahima FALL I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> École Normale Supérieure  
<sup>2</sup> Faculté des Sciences et Techniques  
Université Cheikh Anta Diop – Dakar  
Sénégal

**RÉSUMÉ** : Une recherche qui a fait l'objet d'une thèse de 3e cycle a servi de support à un enseignement de Travaux Pratiques (TP) à l'intention d'étudiants inscrits en 2e année de Maîtrise (4e année universitaire). Pour passer des résultats de recherche qui font l'objet de la thèse, à un enseignement de TP de maîtrise, des transformations ont été portées sur cette thèse. C'est ce travail de transposition didactique sur un objet de savoir issu de la recherche ou savoir savant que représente cette thèse pour en faire un objet d'enseignement qui est étudié. Cette investigation montre qu'un savoir (l'organogénèse racinaire du Ludwigia adscendens), un savoir faire (la culture de boutures du L. adscendens dans des bacs à eau), et une démarche expérimentale (observer et interpréter des résultats d'expériences) ont été enseignées aux étudiants. Mais les contraintes liées à la situation d'enseignement (horaire et temps d'enseignement) ont amené à gommer l'articulation faite par le chercheur de sa recherche et de ses résultats avec des travaux antérieurs ou voisins, à construire un savoir autonome qui se suffit à lui-même, un savoir qui conserve une filiation forte avec le savoir de référence ou savoir savant.

**MOTS-CLÉS** : Travaux Pratiques, Didactique, Savoir savant, Savoir de référence, Transposition didactique, Objet d'enseignement, Savoir à enseigner, Savoir enseigné.

**SUMMARY** : A thesis in Biology has been used to build practical works for students of fourth university year. To reach this aim, some transformations have been made from this thesis. All this work of transposition is studied in order to know how someone goes from scientific knowledge to teaching knowledge. This investigation shows that students have been taught basic knowledge (the organogenesis of roots of Ludwigia adscendens), have done experiments (growing parts of Ludwigia adscendens in water), have learned the scientific process (to observe and to interpret results of experiments). But the difficulties come in linking the researcher's work, i.e his research, results, previous works in the field and the teaching situation (timetable, teaching schedule) and in adapting his specialized knowledge to a knowledge appropriate for teaching.

**KEY-WORDS** : Practical works, Didactic, Research knowledge, Didactic transposition, Teaching knowledge, Knowledge taught.

## I-INTRODUCTION

La production d'un objet de savoir peut être considérée à plusieurs niveaux. Le savoir produit au niveau de la recherche et qui participe au progrès de la connaissance générale de l'humanité. C'est ce corps de connaissances issu de la recherche que Chevallard (1985) appelle le savoir savant. Celui-ci se distingue de cet autre savoir destiné à être enseigné ou qui est effectivement enseigné et qui est exilé de ses origines, coupé qu'il est de sa production historique, dans la sphère du savoir savant. Le passage de ce savoir savant au savoir à enseigner qui est loin d'être naturel, exige un travail de transformation, voire de déformation qui en font un objet autre, même s'il doit son existence à un savoir savant préalable (Ndiaye, 1990). Ce travail de transformation, de déformation qui fera du savoir savant un savoir apte à être enseigné est ce que Chevallard (1985) travaillant en Mathématiques a appelé la transposition didactique, empruntant le concept de transposition à un sociologue, Verret (1975). Ce concept permet de comprendre la distance qui sépare le savoir élaboré au niveau des chercheurs et celui qui est destiné à être enseigné, voire celui qui est enseigné. Il permet de s'interroger sur leur rapport et leur différence. En Biologie, des travaux se sont inspirés des développements faits en Mathématiques de ce concept pour comprendre les mécanismes de transposition qui s'opèrent entre la sphère de la recherche et la sphère de l'enseignement. Ainsi en est-il des travaux de Develay (1989) sur la dogmatisation du savoir biologique dans les manuels scolaires, de Grosbois, Ricco et Sirota (1988) qui ont traité de transposition didactique à propos du parcours du savoir sur la respiration au niveau universitaire, de Marzin (1993) analysant par une approche didactique la communication des savoirs dans une situation de conseil vétérinaire, de Darley qui propose une transposition didactique de la démarche expérimentale au niveau des TP universitaires à partir de plusieurs démarches répertoriées chez des chercheurs et chez des épistémologues de la Biologie. Notre problème dans le cadre de cet article est d'essayer d'explicitier les transformations qui ont été opérées à différents niveaux sur un savoir élaboré au niveau de la recherche, "La contribution à l'étude de l'organogénèse racinaire de Ludwigia adscendens (L) Rara", objet d'un doctorat de 3e cycle (Samb, 1985) soutenu devant la Faculté des Sciences de l'Université de Dakar. Cette thèse servira de savoir de référence ou savoir savant sur lequel ont été portées des transformations plus ou moins importantes pour en faire un savoir à enseigner en Travaux Pratiques (TP.). Cet enseignement est organisé dans le département de Biologie végétale de la même Faculté des Sciences en 2e année de maîtrise (M<sub>2</sub>). Notre hypothèse est que les transformations opérées de manière explicite ou implicite, ont consisté à dogmatiser les résultats (Giordan, 1976; Guèye, 1992) de la recherche qui sont pour l'essentiel un corps d'hypothèses, pour en faire un savoir définitivement acquis, incontestablement établi, institutionnellement stable.

## 2- MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 2-1/ MATÉRIEL

2-1-1 Le texte du Savoir savant: la thèse de 3e cycle de Pape Ibra Samb (1985).

#### PRESENTATION RESUMEE DE LA THESE (\*)

##### INTRODUCTION

Le chercheur donne une brève définition générale des racines *comme élément de fixation des plantes et d'approvisionnement en éléments minéraux*. Il insiste sur la diversité des organes racinaires quant à leur morphologie, leur structure, leur physiologie, leur géotropisme et leur fonction.

Mr Samb fait une revue de la littérature *sur le polymorphisme racinaire et la signification que ses prédécesseurs ont donné à ce phénomène en remontant jusqu'au 17<sup>e</sup> siècle (Rheede, 1679) pour en arriver aux contemporains de ses recherches (Dexheimer et Mangenot, 1983)*.

Cette revue de la littérature lui permet de se focaliser sur son objet d'étude pris dans la flore sénégalaise *et qui est un bon exemple de polymorphisme racinaire, Ludwigia adscendens (L.) Hara*. Il procède à une description de cette plante amphibie qui montre deux types de système racinaire différents par le diamètre de leurs racines et leur géotropisme (*ramifiées à diamètre faible et à géotropisme positif = N ..pas ou peu ramifiées, de consistance molle et spongieuse, à diamètre épais et à géotropisme négatif= H*).

Motivation exprimée par le chercheur lui-même pour choisir ce modèle

*Ludwigia adscendens (L.) Hara est un matériel expérimental favorable à l'étude du déterminisme de l'organogénèse racinaire par une rhizogénèse rapide (apparition des racines 2 ou 3 jours après la mise en culture, différenciation de ces racines dès leur apparition et une croissance rapide).*

*Le but de la recherche est donc de mieux comprendre ce phénomène par une étude des caractéristiques morphologiques, histologiques, cytologiques et physiologiques propres à chacun des deux types de racines (N et H). L'étude du déterminisme de l'organogénèse racinaire du L. adscendens a porté sur les corrélations qui contrôlent cette organogénèse ; sur l'influence de facteurs exogènes comme la polarité, la gravité, la lumière ; sur l'action de substances régulatrices de croissance.*

L'hypothèse principale qui guide ce travail postule que *l'organogénèse racinaire de L. adscendens est sous le contrôle d'une balance AIA/cytokinine endogène*. Le travail de dosage de ces substances étant impossible dans son laboratoire faute d'un matériel adéquat, le chercheur se

---

(\*) **Les citations de la thèse ainsi que les éléments tirés des textes du Topo TP, des entretiens et des comptes rendus de TP sont en italiques**

donne un moyen indirect de tester cette hypothèse en modifiant le taux des facteurs endogènes par des traitements externes.

## 1- HISTORIQUE

Dans cette partie le chercheur indique la présence déjà signalée au Sénégal d'une dizaine d'espèces de ce genre (Raven, 1963; Lebrun, 1973). Il donne une rapide écologie de L. adscendens que l'on rencontre dans les Niayes, une description des plantes. Il mentionne les observations faites sur le polymorphisme racinaire de L. adscendens par ses prédécesseurs et dont quelques unes sont très anciennes (Rheede, 1679 ; Martins 1866 ; Raven, 1963 ; Ellmore, 1981). Alors plusieurs expériences sont évoquées pour appuyer l'hypothèse d'un contrôle de ces phénomènes par des substances de croissance comme l'Acide Indolique Acétique (hypothèse de Cholodny-Went, 1926 ; 1928) ; l'acide abscissique (hypothèse d'un inhibiteur: Pilet, 1973, 1975, 1977 ; Pilet et Rivier, 1980). Parmi les hypothèses avancées et retenues par le chercheur à la suite d'autres pour expliquer le déterminisme de l'organogénèse racinaire, figure celle qui postule une interaction entre organes ou corrélations entre organes et vérifiées par des expériences d'ablation partielle ou totale (décapitation, défoliation). Ces corrélations s'exerceraient grâce à des médiateurs chimiques (auxines, gibbérellines, cytokinines, éthylène et acide abscissique). Parmi ces idées intéressantes le chercheur retient l'hypothèse d'un contrôle de l'organogénèse racinaire par des régulateurs de croissance de type auxines, cytokinines.

## 2- MATERIEL ET METHODES

Cette partie comporte:

- une description de la plante étudiée (Ludwigia adscendens), sa facilité de repiquage en milieu aquatique, ses caractéristiques, notamment son polymorphisme racinaire ;
- son histologie avec ses méthodes d'étude: fixation (déshydratation à l'alcool, inclusion, techniques de réalisation des coupes semi-fines, microscopie électronique à transmission) ; test des gaz; conditions de développement des racines (préparation des milieux de culture, masses molaires des substances utilisées).

## 3- RESULTATS

Nous nous contenterons de donner le plan de présentation des résultats afin de faire une plus grande place à leur commentaire dans la partie discussion de la thèse.

3-1 - Histologie et cytologie

3-2 - Conditions de formation des racines

## 4- DISCUSSION

La rhizogénèse du L. adscendens est localisée au niveau des noeuds. Les ébauches racinaires initiées au niveau des premiers noeuds des tiges aériennes semblent totipotentes.

Les différentes appellations faites aux racines hypertrophiées suggèrent qu'elles peuvent avoir différentes fonctions. Il est permis de supposer qu'elles peuvent :

- être des organes aérifères contribuant à l'approvisionnement des tiges immergées en gaz;

- avoir une fonction mécanique de flotteurs pour le redressement des rameaux latéraux aériens.

La formation de grandes lacunes aérifères au niveau des racines hypertrophiées du L. adscendens s'explique à partir de plusieurs hypothèses :

- la réduction de la pression partielle d'oxygène due à l'habitat (immersion) selon Bertani et Brambilla (1982) ;

- la déficience en certains nutriments tels le nitrate et l'ammonium.

- l'accumulation d'éthylène stimulerait la synthèse d'enzymes hydrolytiques pour expliquer la lyse de cellules corticales ;

Mais chez L. adscendens, aucune lyse cellulaire n'est notée. Il y aurait croissance polarisée des cellules dans trois directions, entraînant leur séparation partielle qui produit des interstices. Ce serait l'origine des lacunes aérifères. Il n'y a donc pas de processus lysigène.

Pour la différence de géotropisme entre les racines normales (géotropisme positif) et hypertrophiées (géotropisme négatif) la lumière serait impliquée en facilitant ou en empêchant la synthèse de certaines substances : ABA (acide abscissique), Auxine, A/A, régularaient la croissance racinaire en l'accéléralant ou en la ralentissant à certains endroits.

Des cellules localisées dans la portion centrale de la coiffe et capables de percevoir la gravité (statocytes) interviendraient également dans le sens du géotropisme. Il a été observé des différences significatives des statocytes au niveau de la coiffe des 2 types racinaires. Des organites comme les statolithes, le réticulum endoplasmique, les mitochondries, les plasmodesmes sont en nombre plus réduit dans les statocytes des RH que dans ceux des RN. Expérimentalement, les deux types de racines placés en position horizontale, sur gélose nutritive dans des boîtes de Pétri, montre que les extrémités des RN croissent en s'incurvant vers le bas (géotropisme positif) tandis que celles des RH réagissent négativement.

L. adscendens se présente comme un matériel de choix pour étudier le mécanisme de la réaction géotropique. Les RN ont un géotropisme positif et un phototropisme négatif.

Ces observations que nous avons faites sont concordantes avec les résultats de Ellmore (1981a) sur les racines du L. peploides. Quant au géotropisme des RH, il est peut être lié à leur hypertrophie sous l'effet de facteurs endogènes et exogènes.

En effet des facteurs endogènes influencent l'organogénèse racinaire du L. adscendens. Feuilles et apex exerceraient respectivement une influence stimulatrice ou inhibitrice sur la rhizogénèse latérale par l'intermédiaire de facteurs de croissance comme l'auxine.

Des facteurs exogènes (origine face supérieure ou face inférieure) pourraient aussi intervenir dans l'organogénèse du L. adscendens. Pour les RH, l'immersion des rameaux et leur maintien en position horizontale seraient nécessaires à leur apparition. Chez L. adscendens, les RH se forment sur la face supérieure éclairée, les RN se différencient sur la face inférieure des boutures qui est moins éclairée. Les RH ne se forment pas à l'obscurité.

*La décapitation ou la défoliation stimule ou inhibe respectivement l'organogénèse racinaire du L. adscendens. Chez L. adscendens, l'ANA stimule à faible concentration l'organogénèse des RN. Il inhibe, par contre, l'organogénèse des RH. - forte concentration, l'A.N.A inhibe la formation des racines. Une étude des substances employées en mélange ou l'effet de traitements successifs permet de supposer que l'organogénèse racinaire du L. adscendens est contrôlée par une balance auxines/cytokinines endogènes. Selon la valeur de ce rapport la formation de RN est stimulée ou bien celle de RH. Des racines normales peuvent devenir secondairement hypertrophiées, les racines hypertrophiées s'enracinent également dans certains cas et se ramifient à la manière des RN. Cela montre que la détermination de RN ou de RH n'est pas acquise une fois pour toutes. C'est une mise en évidence de la flexibilité morphologique des racines du L. adscendens. L. adscendens est un excellent matériel pour analyser l'effet des régulateurs de croissance de type auxines et cytokinines sur la morphogénèse. L. adscendens apparaît comme un modèle simple pour élucider le mode d'action des hormones végétales.*

5 - CONCLUSIONS

6 - BIBLIOGRAPHIE (85 références)

**2-1-2** Le Savoir à enseigner:

Un document introductif dactylographié et une transcription d'un entretien avec Mr Nicolas Diallo concepteur d'un T.P. sur Jussiaea repens (ou Ludwigia adscendens)<sup>(\*\*)</sup> représentent le savoir à enseigner.

**2-1-2-1 TEXTE DACTYLOGRAPHIE ET INTITULE :**

*"T.P. DE PHYSIOLOGIE VEGETALE N° 5". M2 SN*

*ORGANOGENÈSE*

Transmis par le département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Ce document est conçu selon le plan suivant:

*I – Les Méristèmes*

*A – Définition*

*B – Etablissement des méristèmes primaires*

*II – Rhizogénèse – Caulogénèse*

*A – Aspects anatomiques et cytologiques*

*1 – Rhizogénèse*

*Expérience 1*

*Choix d'un matériel qui s'enracine facilement et sur lequel on réalise une étude morphologique*

---

<sup>(\*\*)</sup> **Jussiaea repens (L) et Ludwigia adscendens sont synonymes (Berhaut, 1967 ; Samb et Bâ, 1986-87)**

*On trempe des boutures dans l'eau et on réalise des coupes fines au niveau de la zone de contact et dans le temps.*

*On effectue une coloration au carmino-vert et une observation au microscope.*

*Observation : cloisonnement des cellules dans les parenchymes donnant des cellules méristématiques. Le bourgeon néoformé s'établit par cloisonnement des cellules sous-épidermiques et formation d'un dôme méristématique.*

*Expérience 2 : Expérience de Gautheret R. J. (1968) sur le déterminisme de la Rhizogénèse (cf Planche jointe)*

*Le document propose des fragments de Topinambour qui produisent des racines lorsqu'on les cultive dans un milieu contenant un sucre et une auxine (ANA).*

*Précisions du déterminisme*

*Chronologie des phénomènes histologiques*

*Le document conclue ces expériences en affirmant que "Le froid ou les alternances de Température stimulent les phénomènes de rhizogénèse à condition qu'elles interviennent au moment où les tissus ont déjà produit des zones génératrices criblo-vasculaires au sein desquelles s'édifient les ébauches de racines.*

*2 - Caulogénèse*

*Elle désigne la formation de tige étymologiquement, mais sert communément à désigner la formation de bourgeons à l'origine des feuilles et des tiges.*

*B - Aspects physiologiques*

*1 - Expérience sur des fragments de tige de Vigne (VAN DER LEK)*

*Des expériences sur des boutures montrent*

*- qu'en l'absence de bourgeon pas de rhizogénèse ;  
- si bourgeon non dormant, il y a rhizogénèse ;  
- si bouture avec bourgeon dormant, pas de rhizogénèse ;  
- si décortication annulaire en présence d'un bourgeon non dormant (suppression du phloème), l'Auxine contenue dans la sève ne passe plus. Si on traite ces bourgeons à l'AIA, il y a rhizogénèse.  
Conclusion.. l'Auxine stimule la rhizogénèse. L'agent rhizogène provient du bourgeon et passe par le phloème.*

*2 - Expérience sur des racines de Taraxacum (WARMKE)*

*Une série d'expériences. ici permettent de dégager quelques conclusions. Ainsi, il découle de ces expériences que:*

*- quelque soit l'orientation du fragment, on a toujours formation de bourgeons sur la face supérieure et de racines sur la face inférieure. Il y a une polarisation du fragment. l'auxine favorise la rhizogénèse et inhibe la caulogénèse*

*3 - Expérience de Gautheret (1941) :*

*Fragments mis en culture horizontalement sur un milieu nutritif convenable, permet de conclure :*

- circulation polarisée de l'auxine dans le sens feuilles-racines, ou accumulation de l'auxine sur une face radicale.

D'autres expériences permettent dans le document de conclure que :

- à dose importante, l'auxine favorise la néoformation rhizogène ; à dose faible l'auxine favorise la néoformation caulogène. L'organogénèse est fonction du gradient d'auxine.

C – Éléments contenus dans un milieu nutritif

1- Sels minéraux

2- Vitamines et addenda organiques

3- Régulateurs de croissance = Phytohormones

- Auxines

- Cytokinines

- Gibbérellines

## **2-1-2-2 d'un ENTRETIEN AVEC Mr NICOLAS DIALLO ENSEIGNANT, INITIATEUR**

### **D'UN TP SUR Ludwigia adscendens**

destiné aux étudiants de maîtrise deuxième année (M2 SN).

*Les avantages sont nombreux :*

-les plantes peuvent être cultivées dans un bassin.

- il n'y a pratiquement pas lieu d'ajouter des solutions nutritives (qui peuvent avoir des effets nocifs

- croissance rapide. La longueur double en une semaine;

*Les contraintes sont faibles. Il faut éviter les jours longs qui coïncident avec la période de floraison.*

-Les plantes sont sans fleurs jusque vers Avril.

- la meilleure période se situe avant Mars (En tenir compte) ;

*Les Travaux possibles avec la plante:*

- facilité de mesure de croissance;

- organogénèse observable au niveau cytologique;

- une grande plasticité morphogénétique.

- permet une initiation de la culture "in vitro". Avec de la gélose à 8g/litre, sans une stérilisation absolue, à cause de la rapidité de la croissance.

*Mode opératoire :*

- on utilise des solutions peu coûteuses par ce que fortement diluées. Avec des solutions à  $10^{-11}$  à  $10^{-6}$  molaire, on obtient une gamme de réponses. Ce sont des solutions d'auxines (ANA) :

-Les dilutions sont faciles, de 10 en 10 ;

- la dominance apicale est maintenue sur des tiges décapitées en présence de solutions contenant de l'auxine (ANA).

- les étudiants coupent des segments de 10 cm (pas de dominance apicale). Les segments sont les plus homogènes possibles. Ils placent de petites étiquettes en carton (2cm<sup>2</sup>) attachées à un fil avec leur nom et les caractéristiques de la plante. Mettre dans un bac de 3 litres. Différents bacs sont préparés.

Au bout de 10 jours les étudiants procèdent aux observations:

- on écarte les flotteurs ; prendre les racines normales non flotteurs.
- les observations portent sur la rhizogénèse et la rhizauxèse. Celles-ci sont fonction des concentrations ; inhibition de la croissance. Pour la rhizauxèse, il y a inhibition de la longueur, mais en revanche, le nombre de primordias augmente.
- la première séance de T.P. est consacrée au conditionnement des segments réalisés;
- la deuxième séance est consacrée à l'observation et à l'exploitation des résultats;
- faire les moyennes en commun et les discuter en salle;
- enfin il est demandé aux étudiants de réaliser un compte rendu assez bref

**2-1-2-3** -Il est à verser dans les raisons du choix du L. adscendens (Jussiaea repens) les informations ci-après données par le chef de département de Biologie végétale qui corroborent les arguments en faveur du choix de L. adscendens comme matériel de TP. *La presque totalité des livres et documents pédagogiques, notamment en Physiologie végétale, sont français et font appel au matériel biologique disponible en France pour illustrer les phénomènes de croissance et de développement. L'intérêt et l'importance de L. adscendens viennent de ce que il permet de démontrer mieux que cela n'est fait dans les ouvrages classiques, des phénomènes physiologiques discrets et délicats comme la croissance et le développement.*

**2-1-3** - Le texte du Savoir évalué

- **Les comptes rendus de T.P. utilisés sont ceux de Mr A. T. Diallo**, étudiant ayant suivi cet enseignement en 1992. Ces comptes rendus et les notes prises en ID et TP sont considérés dans ce travail comme le savoir enseigné. Les évaluations faites par les enseignants de ce travail traitant du thème que nous analysons (16/20 pour le TP « Organogénèse ») paraissent attester que le savoir traduit par cet étudiant en comptes rendus de TP est bien celui qui lui a été enseigné. Ce travail représente donc ici, le savoir enseigné.

Le texte du savoir enseigné, plus précisément évalué, est tiré d'un **compte rendu de T.P. sur Ludwigia adscendens**

Ce compte rendu de TP de Physiologie végétale porte le titre: *Organogénèse*.

Il est fait selon le plan suivant:

*I - Auxine et Rhizauxèse*

*Il commence par un tableau de données ayant trait à l'élongation racinaire sur les plants standardisés mis en culture dans des bacs et traités avec différentes concentrations d'acide naphthalène acétique (ANA) à la première séance, une semaine auparavant. L'étudiant mesure la*

taille des racines des plants sous l'influence de la concentration en ANA et traduit ses résultats en un graphique d'une fonction longueur racinaire =  $f(\text{concentration en ANA})$ . De ses observations il ressort que, plus on augmente la concentration en ANA, moins importante est l'élongation racinaire. La fonction est linéaire avec un point remarquable à partir de la concentration de  $10^{-6}$  où la croissance des racines (rhizauxèse) est pratiquement bloquée. Selon le compte rendu de l'étudiant, l'inhibition de la rhizauxèse par les fortes concentrations d'ANA s'explique par le fait que les concentrations supérieures à l'optimum (plus faible pour la racine que pour la tige) sont toxiques. Cette expérience semble ainsi suggérer que l'auxine n'aurait qu'une action inhibitrice sur la rhizauxèse, au contraire, l'auxine peut provoquer une légère stimulation de l'élongation racinaire pour de faibles doses. Cette double action de l'auxine sur la racine serait liée à un mécanisme d'induction-répression de gènes spécifiques. (Ici, l'enseignant mentionne à l'intention de l'étudiant : "parlez de choses que vous connaissez").

II - Auxine, Cytokinine et Rhizogénèse.

Cette partie commence par deux graphiques comportant :

Nombre de Racines Normales (RN) et Nombre de Racines Hypertrophiées (RH) en fonction de la concentration, respectivement

- d'ANA,.

- BAP

L'étudiant commente :

Dans le cas de l'organogénèse du Ludwigia adscendens (*J. repens*), l'ANA stimule l'organogénèse des racines à faible dose. À forte dose, l'organogénèse des racines hypertrophiées (RH) est inhibée en plus de l'inhibition de la croissance des racines. On obtient également une prolifération des racines normales (RN). Par contre la Benzo amino purine (BAP) conduit à l'organogénèse des RH. À une concentration supérieure à  $10^{-8}$  M (moles/litre) le rapport RH/RN est déséquilibré en faveur des RH. La concentration optimale est  $10^{-6}$  car à cette dose, il se forme essentiellement des RH (RH/RN=45/1). Sur le milieu enrichi en BAP, au fur et à mesure qu'on augmente la concentration, le nombre des RN diminue tandis que celui des RH augmente. On peut en déduire que la BAP entraîne la stimulation de l'hypertrophie des racines au contraire de l'ANA qui stimule la formation des RN.

L'antagonisme que manifestent les auxines et les cytokinines en conformité avec leur interaction dans d'autres phénomènes biologiques, suggère que chez L. adscendens, la formation des deux types de racines (RH et RN) résulte d'une interaction auxine-cytokinine.

L'étudiant poursuit son commentaire sur le déterminisme racinaire chez L. adscendens :

L'organogénèse racinaire chez cette espèce est contrôlée par une balance auxines/cytokinines endogènes. Si ce rapport est en faveur des auxines, la rhizogénèse est stimulée et il se forme des RN. Le cas inverse entraîne une hypertrophie des cellules parenchymateuses conduisant à la formation des RH. La présence de lacunes aérifères très développées

*communiquant avec le parenchyme aérifère des tiges permet de supposer que les RH sont des organes aérifères qui pourraient contribuer à l'approvisionnement en gaz des tiges immergées. On note même une différence de géotropisme entre ces deux types de racines.. RN à géotropisme positif ; RH à géotropisme négatif et à croissance orthotrope.*

*Par ailleurs des expériences ont montré que d'une part la BAP ( $10^{-6}$ ) est apte à induire l'hypertrophie des cellules corticales même sur les RN adultes et d'autre part lorsque l'ANA est utilisé à faible dose ( $10^{-8}$  -  $10^{-7}$ ), on peut contrebalancer son action par la BAP ( $10^{-6}$ ). Cette réversibilité de l'induction des racines montre que la détermination des RH ou RN n'est pas acquise une fois pour toute. Ceci met en évidence la flexibilité morphologique chez *L. andescens* (Samb, 1985). Dans les conditions naturelles il s'établirait dans les rameaux flottants un gradient du rapport auxines/cytokinines sous l'effet de la photooxydation de l'auxine ou la stimulation du transport polarisé de cette substance par la lumière. Le redressement des rameaux en position orthotrope est probablement lié à une inégale répartition de l'auxine dans les zones de croissance des tiges. La lumière paraît donc jouer un des rôles principaux de l'anisotropie du milieu : les RH ne se forment pas à l'obscurité. Le facteur "eau" qui est déterminant dans la rhizogénèse pourrait en plus d'un rôle intrinsèque, augmenter l'anisotropie.*

## **2-2/ MÉTHODE**

Les trois textes de savoir rassemblés (Savoir de référence ou Savoir savant, Savoir à enseigner, Savoir enseigné) et dont les résumés sont fournis ci-dessus sont analysés et comparés en vue de souligner leurs ressemblances-filiations et de relever leurs différences -distanciations, tant en termes de structuration qu'en matière de contenu.

## **3 - RÉSULTATS**

### **3 – 1/ Analyse du texte du savoir savant**

La thèse comporte, outre l'introduction, 5 parties :

- l'historique de la recherche ;
- matériel et méthode ;
- résultats de recherche ;
- discussion ;
- conclusion

Dans son **Introduction**, le chercheur pose sa **Problématique** de recherche : contribuer à mieux comprendre le déterminisme du dimorphisme racinaire chez une plante qui pousse dans les Niayes au Sénégal: *Ludwigia adscendens* (L) Hara. Les études qui vont être entreprises sont d'emblée précisées (études morphologiques, histologiques, cytologiques et physiologiques) sont d'emblée précisées. Le chercheur articule sa recherche à celles de ses prédécesseurs dans le même domaine ou dans des domaines très voisins de l'organogénèse des racines. Il peut alors formuler

son **Hypothèse** de recherche, à savoir un contrôle de l'organogénèse racinaire du L. adscendens par une balance AIA/cytokinines endogènes. Les techniques de recherche pour tester son hypothèse sont également indiquées: modifier le taux des facteurs endogènes par un traitement externe.

La partie intitulée **Historique** de la recherche campe le cadre théorique de cette thèse qui montre sa filiation par rapport aux recherches antérieures et aussi son originalité vis à vis d'hypothèses déjà avancées. Après avoir articulé son étude à celles qui ont été réalisées ou se mènent encore ailleurs dans la communauté scientifique, le chercheur prend ses distances par rapport à des hypothèses comme celles proposées pour expliquer le géotropisme racinaire négatif des racines hypertrophiées (RH). Dans ce cas sa préférence va vers une explication par les amyloplastés localisés dans la portion centrale de la coiffe ou columelle, qui seraient les percepteurs de la gravité comme tendent à le montrer certaines recherches (Audus, 1974 ; Perbal, 1978).

La partie **Matériel et Méthodes** comporte une description du Ludwigia adscendens et les avantages qu'il offre comme modèle d'étude.

Enfin le chercheur livre ses **Résultats** sous la forme d'un corps d'hypothèses.

La **Discussion** qu'il en fait est marquée du sceau de la relativisation, de la prudence. La quasi totalité des résultats est exprimée au conditionnel, ou comme appartenant à un champ de possibles. *Semblent, suggèrent, peuvent avoir, Il est permis de supposer, stimulerait, il y aurait, serait impliquée, régularaient, etc* sont un échantillon représentatif de la manière dont les résultats sont exprimés et discutés.

Seuls quelques rares résultats considérés comme sûrs ne sont pas exprimés dans cette forme. Ainsi en est-il de :

- *Mais chez L. adscendens, aucune lyse cellulaire n'est notée.*

- *Il a été observé des différences significatives des statocytes au niveau de la coiffe des 2 types racinaires. Des organites comme les statolithes, le réticulum endoplasmique, les mitochondries, les plasmodesmes sont en nombre plus réduit dans les statocytes des RH que dans ceux des RN. Expérimentalement, les deux types de racines placés en position horizontale, sur gélose nutritive dans des boîtes de Pétri, montre que les extrémités des RN croissent en s'incurvant vers le bas (géotropisme positif) tandis que celles des RH réagissent négativement.*

- *Chez L. adscendens, les RH se forment sur la face supérieure éclairée, les RN se différencient sur la face inférieure des boutures qui est moins éclairée. Les RH ne se forment pas à l'obscurité.*

- *L. adscendens est un excellent matériel pour analyser l'effet des régulateurs de croissance de type auxines et cytokinines sur la morphogénèse. L. adscendens apparaît comme un modèle simple pour élucider le mode d'action des hormones végétales.*

La partie Conclusion fait l'inventaire des résultats originaux les plus sûrs obtenus par le chercheur. Il dégage ensuite des pistes de recherches complémentaires à celle qui est présentée ici,

comme: l'analyse des régulateurs endogènes (auxines, cytokinines) ; l'étude des protéines synthétisées par les ébauches racinaires et les racines elles-mêmes au cours des traitements hormonaux; une étude cytologique des phases de la croissance polarisée des cellules corticales en relation avec l'hypertrophie des racines aérifères.

La Bibliographie comporte 85 références, dont certaines sont récentes pour l'époque (des références de 1982 pour une thèse soutenue en 1985).

### **3 – 2/ Analyse des textes du savoir à enseigner**

Le premier texte tiré du document introductif aux TP comporte des définitions et des expériences qui visent à analyser le fonctionnement des méristèmes primaires dans l'Organogénèse (Rhizogénèse et Caulogénèse). Ces expériences rapportées dans le document concernent l'influence de certains facteurs sur les méristèmes, et donc sur l'Organogénèse. Les observations sont faites sur les aspects anatomiques et cytologiques, les aspects physiologiques, les éléments contenus dans le milieu nutritif, par rapport à la Rhizogénèse et à la Caulogénèse.

Le document introductif aux TP indique Ludwigia adscendens comme support d'étude de l'Organogénèse. Il donne le mode opératoire pour cultiver des boutures du Ludwigia adscendens dans des bacs de 3 litres comme indiqué ci-dessus (Matériel et Méthode). Toute la procédure et les opérations à effectuer sont données aux étudiants.

**Le deuxième texte** tiré d'un entretien avec un enseignant de TP est dans le même esprit que le document introductif aux TP. Il insiste sur le mode opératoire et définit aux étudiants le travail à faire, ce qui est attendu d'eux au bout des observations demandées.

### **3 - 3/ Analyse du texte du savoir enseigné**

**Le texte du savoir enseigné** constitué par le compte rendu de TP d'un étudiant qui s'est largement inspiré de la thèse citée ici comme savoir de référence ou savoir savant et que l'étudiant a eu à consulter pendant ses investigations pour faire son compte rendu de TP. divisé en deux parties (voir Matériel et Méthode) :

I - Auxine et Rhizauxèse

II - Auxine, Cytokinine et Rhizogénèse.

La thèse est abondamment citée par l'étudiant pour expliquer et commenter ses résultats. Il utilise donc les mêmes précautions et la même approche prudente dans l'expression de ses résultats. Des pages entières de la thèse sont reprises telles quelles.

**La comparaison des trois textes analysés** ci-dessus montre qu'ils ont des points communs

- l'objet d'étude est le même, "Le déterminisme de l'organogénèse de la plante", et en particulier le déterminisme de la Rhizogénèse, en s'appuyant dans les trois cas sur le modèle avantageux qu'est Ludwigia adscendens ;

- dans les trois textes ni le contexte d'élaboration, ni les sentiments de ceux qui réalisent le texte de publicité des savoirs ne sont exprimés. Les textes sont décontextualisés et dépersonnalisés.

Mais pour peu qu'il est permis d'analyser de plus près les relations entre ces trois textes, apparaissent des différences et des silences significatifs.

S'il est affirmé plus haut une filiation entre le texte du savoir savant et textes du savoir à enseigner, ceci n'est écrit nulle part. Le texte du savoir à enseigner semble se suffire à lui-même. Il ne se réfère pas à la sphère de production du savoir savant. En revanche la filiation est nette entre le texte du savoir à enseigner et celui du savoir enseigné. Mais apparaît ici en plus dans ce dernier, une tentative d'articulation avec le savoir savant de référence (citation explicite de la thèse de Samb.

L'ordonnement des textes est différent :

- dans le texte du savoir savant, la logique d'exposition obéit à une tradition de la publicité du savoir. L'ordonnement donné (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion, Conclusion, Bibliographie) est celui qu'impose la communauté scientifique à laquelle s'adresse avant tout cette publication;

- dans le texte du savoir à enseigner, l'ordonnement obéit à une autre logique. Il s'agit de faire passer un savoir à des apprenants.

- quant au texte du savoir enseigné, il s'agit pour l'étudiant de faire un exposé qui montre à l'enseignant que le savoir été bien reçu, assimilé.

Ainsi les trois textes du savoir s'adressent à des publics différents : la communauté des pairs (savoir savant), les étudiants (savoir à enseigner), l'enseignant (savoir évalué).

#### **4 - DISCUSSION ET CONCLUSIONS**

Du point de vue de la thèse considérée comme savoir de référence, les caractéristiques relevées dans l'analyse du texte montrent que sa publicité (mise à la connaissance du public) obéit bien aux critères de recevabilité de la communauté scientifique. Ainsi, comme le souligne Arzac (1989) bien que parlant des mathématiques, le chercheur, ici, a supprimé dans son texte, les réflexions inutiles, les erreurs, les cheminements tortueux, les expériences qui n'ont rien donné. Il ne s'étale pas sur ce qui relève de l'idéologie ou des croyances personnelles. De même, il finit par se dégager du contexte particulier d'étude pour se mettre dans un contexte général, qui valide son savoir comme un savoir scientifique partagé par la communauté des chercheurs. Ce savoir dépersonnalisé et décontextualisé (Chevallard, 1985), articulé aux autres savoirs antérieurs

(références bibliographiques), devient un savoir partagé par la communauté scientifique, ouvert à une vérification et à des perspectives d'élargissement.

Lorsque le savoir savant se transforme en un savoir à enseigner, il subit des transformations plus ou moins profondes qui marquent la distance qui différencie ces deux instances de savoir. Ainsi, à la différence du premier, celui destiné à l'enseignement ne s'astreint pas à s'articuler explicitement aux savoirs antérieurs (bibliographie pauvre, mal rapportée, voire absente). À cela il y a peut être la raison que c'est un savoir qui obéit à d'autres contraintes. Ainsi le savoir à enseigner est ordonné en une progression dans le temps. Cette progression est légale. Un horaire est attaché à tout savoir à enseigner, c'est le temps didactique. Cette contrainte explique en partie pourquoi le savoir à enseigner est généralement un savoir clos (il se suffit à lui-même). Dans le temps d'enseignement il faut que l'enseignant passe l'essentiel de ce que l'apprenant doit savoir de ce qui fait l'objet d'enseignement. Cette contrainte explique peut être en partie pourquoi le savoir à enseigner est souvent exposé sous une forme dogmatisée (Rumelhard, 1979 ; Develay, 1989). La progression est logique. Chaque savoir scientifique est caractérisé par une logique d'exposition qui suppose connu un certain nombre de connaissances préalables.

Le savoir à enseigner, est un savoir qui emprunte à plusieurs résultats de recherches conduites à partir de laboratoires différents. Il est sélectionné au niveau de l'Université par une équipe d'enseignants de la même discipline avec un souci de faire acquérir un ensemble de connaissances vues par la communauté scientifique comme suffisamment proche du savoir savant pour ne pas encourir un désaveu qui lui enlèverait toute légitimité. Cette fidélité au savoir savant est d'autant plus grande qu'on monte dans les différents niveaux universitaires, de la première année à la maîtrise. À l'inverse, la dogmatisation du savoir diminue en sens inverse de l'élévation du niveau des étudiants. Enfin, le savoir à enseigner subit la contrainte d'être évaluable par les enseignants pour permettre de juger de la qualité de son assimilation par l'étudiant.

Le savoir enseigné, plus précisément le savoir évalué, enregistré ici à partir d'un texte de savoir sous forme de compte rendu de TP, est d'une grande fidélité au savoir savant. Les références bibliographiques qui y figurent, attestent une bonne connaissance par l'étudiant de la thèse de Samb (1985) qui a servi de savoir de référence. Cette thèse a-t-elle été recommandée aux étudiants par les enseignants responsables des TP ? En tout cas cette inspiration a permis à l'étudiant de formuler ses conclusions en terme d'hypothèses et donc de ne pas dogmatiser le savoir qui lui est enseigné, contrairement à ce qui est habituellement constaté à ce niveau.

Il est possible de conclure en disant qu'il existe une filiation indéniable entre le savoir enseigné à l'université et le savoir savant. Cependant, cette filiation n'empêche pas au savoir à enseigner de manifester une certaine autonomie par rapport à sa source. Cette autonomie est liée aux contraintes différentes auxquelles sont soumis ces deux savoirs.

Le savoir à enseigner, au risque d'être désavoué et de perdre toute légitimité doit cependant observer une certaine fidélité à sa source, fidélité plus ou moins grande en fonction des niveaux d'enseignement.

Le travail de transposition est réalisé par des autorités pédagogiques (universitaires pour l'enseignement supérieur, inspecteurs, concepteurs de programmes pour les autres ordres d'enseignement). Les règles qui guident cette transposition souvent implicites semblent fondées sur la parenté au savoir savant, sur le temps d'enseignement malheureusement assimilé au temps d'apprentissage, enfin sur l'évaluation des étudiants. Malheureusement, ces règles amènent souvent à désincarner les connaissances et les méthodes scientifiques, à leur faire perdre toute valeur formatrice en oubliant d'enseigner les conditions de leur production, les questions auxquelles elles prétendent répondre, les fonctions pour lesquelles concepts et les méthodes de la science ont été créés (Giordan, 1976)

## V - BIBLIOGRAPHIE

**ARSAC G., 1989** - La Transposition didactique en Mathématiques, La transposition didactique en Mathématiques, en Physique, en Biologie, IREM et LIRDIS, Université Cl. Bernard, Lyon 1 - 43 Bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cédex.

**BERHAUT J., 1967** - Flore du Sénégal (2<sup>e</sup> édition), ed. Clairafrique, Dakar

**CHEVALLARD Y., 1985** - La Transposition Didactique du savoir savant au savoir enseigné, éd. La Pensée Sauvage, Grenoble, 105 p.

**DARLEY B., 1996** - Exemple d'une transposition didactique de la démarche scientifique dans un TP de biologie en DEUG 2<sup>ème</sup> année, In Didaskalia, Recherches sur la communication et l'apprentissage des sciences et des techniques, 9, 31 - 56.

**DEVELAY M., 1989** - À propos de la transposition didactique en Sciences biologiques, La transposition didactique en Mathématiques, en Physique, en Biologie, IREM et LIRDIS, Université Cl. Bernard, Lyon 1 - 43 Bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cédex.

**DIALLO A. T., 1992** - Compte rendu de TP de Physiologie végétale, Organogenèse, G2 M2 SN.

**GIORDAN A., 1976** - "Présentation de la commission initiation expérimentale", In Bulletin de liaison des C.E.S. expérimentaux, 12, p 17.

**GROSBOIS M., RICCO G. et SIROTAR., 1998** - Le Parcours du Savoir dans la Chaîne de Transposition Didactique, à propos de la Respiration, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Action concertée Éducation et Formation, 1988.

**GUEYE B., 1992** - Les expériences de RUBEN et KANEM (1941) à travers les manuels scolaires., In Aster, 15, 75-84.

**MARZIN P., 1993** - Approche didactique de la communication des savoirs dans une situation de conseil vétérinaire. Analyse des conceptions dans le dialogue., Thèse de Doctorat présentée devant l'Université Cl. Bernard - Lyon 1.

**NDIAYE V., 1990** - Évaluation de l'utilisation de la vidéo dans des Travaux Pratiques universitaires de Biologie. Thèse de Doctorat soutenue devant l'université Cl. Bernard - Lyon 1, 233 p.

**RUMELHARD G., 1979** - Le processus de dogmatisation. Actes des premières Journées sur l'Éducation Scientifique, Chamonix.

**SAMB. P. J. et Bâ A. T., 1986 - 1987** - Étude morphologique et histologique du polymorphisme racinaire du *Ludwigia adscendens* (L) HARA (Onagraceae), Bulletin de l'I.F.A.N. T. 46, sér. A, n° 3-4.

**SAMB. P. J., 1985** - Contribution à l'Étude de l'Organogénèse Racinaire du *Ludwigia adscendens* (L) Hara, Thèse de Doctorat de 3e Cycle, Option : Biologie et Physiologie végétales, présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Dakar.

**TP de Physiologie végétale N° 5 : Organogénèse**, Document dactylographie non signé, mis à notre disposition par le Département de Biologie végétale de la FST-UCAD en 1997.

**VERRET M., 1975** - Le temps des études, Librairie Honoré Champion, Paris.