

Chapitre 6

Mise en place d'une ingénierie pédagogique du multimédia

1. Préliminaires

Nous avons suggéré dans le chapitre 1 de notre recherche la mise en place des activités qui visent à susciter une mobilisation et la mise en œuvre de stratégies spécifiques de prise et de traitement d'information face au texte de spécialité. Nous avons ensuite montré, lors du chapitre 2, à quel(s) point(s) la structuration, l'abstraction, la schématisation modèlent l'image scientifique à des fins de compréhension.

Cette image scientifique possède des fonctions de circulation de l'information et des positions stratégiques puisqu'elle constitue l'élément paratextuel principal du texte scientifique. Ce dernier véhicule, quant à lui, un nombre considérable d'informations contribuant à la construction du sens dans le rapport texte- image.

Nous pensons donc qu'une véritable prise en charge des représentations visuelles en général, et de l'image dynamique ou fixe en particulier, à partir d'une ingénierie pédagogique, est indispensable dans le domaine de spécialité.

La rentabilisation des plages visuelles, dans le cadre d'une lecture fonctionnelle axée sur une véritable ingénierie de l'image, prend en considération les différentes stratégies de lecture.

Cette rentabilisation vise d'abord à cerner les informations essentielles. Elle est aussi un adjuvant pour l'apprenant en difficulté devant un texte de spécialité. Elle constitue enfin une opportunité pour contourner les « trous sémantiques » de la langue, dans le cadre d'une lecture-compréhension du rapport texte – image du domaine spécialisé.

A ce niveau, une rétrospective sur les fondamentaux théoriques en Français sur Objectifs Spécifiques (désormais FOS) et en ingénierie pédagogique s'impose. Ces

fondamentaux aideront à la mise en place d'une élaboration didactique visant cette compétence de lecture dans le domaine spécialisé est incontournable.

Il y a lieu de préciser, à ce niveau, que l'implication du FOS dans cette partie de notre recherche est motivée par le motif suivant : notre intérêt porte sur l'enseignement en langue française d'un texte de biologie, pour un public arabophone. La langue d'enseignement étant contextualisée, elle revêt alors un caractère spécifique puisqu'elle est circonscrite à un domaine particulier et à l'intention d'un public déterminé (et non natif.)

Il est probable que l'implication du Français sur Objectifs Universitaires (FOU) nous soit suggérée au lieu du FOS. En effet, notre travail s'inscrit dans une perspective universitaire. Néanmoins, nous ne percevons pas des distinctions majeures entre FOS et FOU qui altéreraient les visées et le développement du présent chapitre.

2. Fos et démarche ingénierique

Parpette et Mangiante (2004) résument la démarche ingénierique en principes méthodologiques. Ainsi, l'identification des besoins de formation des apprenants doit se traduire en objectifs, en contenu, en actions et en programmes. Il convient qu'une reconstruction des représentations soit opérée à partir des besoins et attentes devenues explicites.

La démarche- type d'élaboration de programmes correspond à un ensemble de demandes ciblées en termes d'objectifs (Parpette et Mangiante : 2004). Sa mise en œuvre comporte :

- Une identification de la demande de formation.
- Une analyse du public qui est une étape fondamentale et complexe. Les paramètres qui entrent en jeu dans cette étape sont variés.
- Une analyse des besoins des apprenants qui consiste à recenser les situations de communication.
- Une étape de recueil des données authentiques sur le terrain. Elle permet d'informer sur les discours utilisés par le public-cible, en collaboration avec les

acteurs du terrain, et rassembler les documents sous-jacents au contexte étudié. Ces données authentiques peuvent servir comme supports d'activités didactiques.

- L'analyse des données en collaboration avec les acteurs du terrain. Dans notre cas, Il s'agit des enseignants de la spécialité.
- La mise en place d'une méthodologie.
- L'autonomisation des apprenants et l'évaluation.

Il y a lieu de rappeler que la détermination du public, les recueils de données, leur analyse à partir des prises de notes en collaboration avec l'enseignant de la spécialité, et l'élaboration didactique qui prend en charge les besoins en lecture compréhension du rapport texte- image, ont déjà été abordés dans la partie expérimentale de notre travail.

Concernant la didactique du FOS, elle implique une conception de programmes d'enseignement adaptée aux publics ciblés, à partir de documents authentiques issues de situations spécialisées.

La définition ISO 8402 énonce une méthode de description adaptée au contexte et aux buts d'une formation. Le processus se divise en trois étapes (Thiriot : 1999) :

- Dans l'étape d'audit (Bernard : 1987), il est question de déterminer les buts de la formation.
- Ensuite, nous élaborons un référentiel linguistique correspondant au domaine investi.
- En troisième lieu, il s'agit de faire l'analyse des besoins. Celle-ci consiste à faire le listing des ressources authentiques disponibles et ainsi que des contraintes.

La détermination des objectifs pédagogiques, le choix d'un cadre méthodologique et la mise au point d'un syllabus¹ constituent la partie propre à une ingénierie pédagogique. Cette dernière va comporter au cours de la formation des

¹ Ce sont les énoncés sous la forme desquels se réaliseront les savoir faire langagiers et le savoir être spécifique à la profession.

actions pédagogiques, la mise au point de supports pédagogiques aboutit à des évaluations finales.

Ces évaluations finales offrent l'opportunité de mesurer la qualité de la formation sur le terrain, puis d'en réguler certaines modalités.

3. L'Ingénierie pédagogique

Pour Fernandez (2007), l'ingénierie pédagogique est une science de l'élaboration qui dépasserait l'ingénierie de la formation, dont l'objet est limité à la mise en œuvre d'acteurs de formation. Elle implique des réponses aux points suivants :

- La formulation des objectifs de la formation du point de vue des formés. Cette reformulation devrait se faire en termes de résultats.
- Les objectifs pédagogiques devraient prendre en charge les conditions réelles dans lesquelles ils seront observés.
- La corrélation entre les objectifs pédagogiques et les objectifs de formation.

3.1. Les objectifs de formation

L'ingénierie de la formation est plus productive en orientations théoriques quand il s'agit de la conception de modules qui prendraient en charge les besoins des formés. Selon Le Boterf (2005), toute conception de module est inhérente à des objectifs de formation. Ces derniers sont formulés pour identifier le résultat que l'on attend de la formation, dans une perspective d'ingénierie globale de formation.

Barlow (1996) distingue deux types d'objectifs :

- A. Les objectifs globaux de formation qui explicitent de façon synthétique le comportement global à atteindre en fin de formation et à mettre en œuvre dans une situation de travail.
- B. Les objectifs intermédiaires qui explicitent l'ensemble des compétences qu'il est nécessaire d'acquérir pour pouvoir atteindre l'objectif final de formation. Les objectifs de formation servent à finaliser les itinéraires ou les plans de formation. Ils sont traduits en termes d'objectifs pédagogiques.

3.2. Les objectifs pédagogiques

Viallet (1987) définit les objectifs pédagogiques comme des paramètres qui servent à construire, conduire et évaluer les étapes de la formation. Formulés par les concepteurs du programme de formation, les objectifs pédagogiques prennent en charge les contenus à acquérir et les stratégies pédagogiques à mettre en œuvre. Ils sont destinés à la concrétisation des objectifs de formation.

On distingue trois types d'objectifs pédagogiques :

3.2.1. Les objectifs pédagogiques généraux

Ils explicitent les compétences c'est à dire les contenus et les capacités que le formé doit acquérir en fin de formation. Pour Fernandez (2007), ce sont les plans de formation. Pour Barlow, il s'agit des projets pédagogiques et des modules.

Un objectif pédagogique général détermine une unité de formation : formuler en savoirs (ou contenus), savoir-faire (ou capacités procédurales) et savoir-être (ou capacités comportementales).

3.2.2. Les objectifs pédagogiques intermédiaires

Ce sont les objectifs qui jouent le rôle de description des niveaux de compétences, à l'exemple d'une séquence de formation qui est déterminée par un objectif intermédiaire correspondant à l'objectif général considéré.

3.2.3. Les objectifs spécifiques ou opérationnels

Selon Barlow (1996), ce sont les plus petites unités d'acquisition. Ils sont observables et décrivent les actions à réaliser par le formé. Le contenu de chaque séquence est l'ensemble des objectifs opérationnels correspondant à l'objectif intermédiaire considéré.

La formulation des objectifs obéit aux critères suivants :

- Utiliser des verbes qui expriment des actions observables telles que « tracer, évaluer construire. »

- Choisir le nom du verbe d'action qui permet d'identifier l'objectif tel que l'acquisition d'un langage ou la maîtrise méthodologique.
- Formuler l'objectif en termes de résultat et non en termes de processus d'apprentissage.
- Indiquer les conditions dans lesquelles l'action principale doit être réalisée et indiquer les normes de la performance attendue.

4- Approche ingénierique de la lecture d'une image

Il est question d'aborder ici les étapes de la conception d'un module ayant pour objectif de prendre en charge, dans le cadre d'une formation spécifique, les besoins d'apprenants en matière de lecture spécifique d'une image scientifique.

Toutefois, nous développerons d'abord quelques réflexions autour des images de types scientifiques. S'il existe un grand nombre d'outils d'analyse de l'image, la spécificité des images de type scientifique n'est que rarement abordée. Une recherche sommaire à travers internet met en évidence un grand nombre de sites suggérant des outils d'analyse - essentiellement formels - et d'activités pédagogiques autour des images de tous types (fixes, animées, succession d'images fixes.)

Cependant, il est rarement fait mention d'images de nature scientifique. Cette absence d'outils de compréhension et d'analyse autour des images de type scientifique traduirait une spécificité liée aux sciences (Moles : 1981).

Moles attribue sept fonctions spécifiques à l'image scientifique. Pour les besoins de notre recherche, nous nous en référons à quatre d'entre elles :

- La fonction de motivation : l'image scientifique attire l'attention et accroche l'attention du lecteur.
- La fonction esthétique : la présentation, le graphisme et les couleurs sont des caractéristiques qui constituent des éléments essentiels de la communication visuelle. Ils permettent d'alléger la page texte.

- La fonction de mémorisation : la présentation d'un concept à partir d'un canal visuel favorise sa compréhension et sa mémorisation.
- La fonction de reformulation : en effet un schéma représente la traduction d'une réalité ou d'un concept à travers un code.

L'image scientifique est finalement une image qu'il faut travailler, reconstruire donc traiter didactiquement :

« Il faut un projet de connaissances qui n'est pas inhérent à l'image mais qui est inhérent à une discipline et c'est ainsi qu'elle (l'image) devient didactique. [...] La structuration, l'abstraction, la schématisation modèlent l'image à des fins cognitives et c'est à ces conditions que l'image scientifique prend une fonction didactique. » (Astolfi, 1997, pp.28-29)

Nous remarquons en effet que l'image en biologie subit une épure schématique, une réorganisation spatiale, une schématisation (précision du trait, orientation marquée des branches) et une individuation très nette des composants schématiques.

Pour Astolfi (1997), la fonction didactique de l'image est dans la construction d'un objet vernaculaire qui va porter la connaissance. Le schéma de connaissances qu'induit une pratique pédagogique modifie la relation à l'image et son traitement didactique.

5. Séquences portant sur l'apprentissage avec le multimédia.

5.1. L'image fixe

L'exploitation d'un organisme biologique, dans le cas de la filière SNV, peut être un objectif général que les étudiants de première année devrait maîtriser, vu la redondance des schémas qui découlent de la documentation authentique (cours et photocopiés) de biologie animale.

Le caractère descriptif dans la présentation des caractéristiques des organismes biologiques y est prédominant. Ainsi la lecture des images biologiques et la description

d'organismes représenteraient un niveau de compétence, c'est-à-dire des objectifs intermédiaires possibles.

L'image serait semblable à un texte qu'il faudrait apprendre à déchiffrer. Apprendre avec l'image implique une construction et une interprétation constante sur la base de l'expérience individuelle et du savoir préexistant.

Si nous postulons que « l'exploitation d'un organisme biologique », par exemple, constitue un objectif global, une lecture détaillée de l'image biologique serait une première séquence qui découlerait de cet objectif. Différents objectifs opérationnels en résulteraient alors :

- D'abord, l'identification des diverses images biologiques pour en faire un inventaire constituerait un objectif spécifique primordial.
- Décoder les caractéristiques extrinsèques d'une image biologique tels que ses éléments constitutifs, les titres et la légende représenterait un second objectif opérationnel.
- Saisir les plans de l'image biologique, tels que les plans de coupe et les plans d'observation qui sont pertinents dans les documents authentiques, serait un troisième objectif opérationnel.
- S'approprier les moyens linguistiques qui décrivent une image biologique, tels que les commentaires d'images biologiques, serait un autre objectif opérationnel susceptible d'être représenté.
- Enfin, évaluer la séquence par un objectif opérationnel (qui consiste à décoder une image biologique en utilisant les autres objectifs opérationnels acquis) serait une étape finale.

Vu leur importance stratégique dans la lecture des images biologiques, les titres constituent des éléments redondants qui font partie des caractéristiques extrinsèques de

l'image biologique. S'impose dès lors un travail de repérage, de discrimination des différents niveaux de titres et leurs fonctions dans une image biologique. La forme d'un titre et sa relation avec les informations données dans l'image biologique sont des activités que nous pourrions proposer, à titre d'exemple, dans le deuxième objectif spécifique.

Les légendes sont aussi des indices significatifs qui font parties intégrantes des images biologiques. La mise en œuvre des activités, comme l'identification des éléments constituant la légende d'une image biologique ou le repérage des différents signes conventionnels utilisés dans les légendes, devient incontournable.

Une deuxième séquence, qui porte sur une compétence telle que l'exploitation d'un organisme biologique, consoliderait cet objectif général. Cette séquence ou objectif intermédiaire porterait sur le comment « Construire des inférences à partir de l'exploitation d'une image biologique. ».

Différents objectifs opérationnels pourraient être proposés :

- D'abord, l'étudiant devrait savoir s'approprier les moyens linguistiques permettant d'interpréter et de comparer à partir d'un texte + image biologique.
- Un deuxième objectif spécifique, tout aussi important, porterait sur les outils syntaxiques et lexicaux qui permettent de saisir le rapport cause /conséquence.
- Un troisième objectif opérationnel permettrait de décrire le processus hypothético-déductif en rapport avec le texte biologique.
- Enfin, un objectif opérationnel évaluatif de l'inférence sur des images biologiques s'imposerait.

Des activités porteraient sur le premier objectif opérationnel : les moyens linguistiques pour comparer tels que les structures grammaticales de la comparaison (les différents rapports de comparaison : comparatifs et les superlatifs) et le lexique de la comparaison.

Ce sont des activités qui permettraient de discriminer les rapports de cause et conséquence et leur utilisation dans un raisonnement hypothético-déductif seront pris en charge dans le troisième objectif opérationnel.

Les tableaux qui suivent représentent les deux propositions de séquences qui prennent en charge la lecture d'une image biologique. Chaque séquence prend appui sur un matériel fondé sur des documents authentiques de la spécialité. Chaque séquence didactique appelle à une évaluation formative [1] en fin de séquence.

Objectif global : Exploiter un organisme biologique

Objectifs intermédiaires	Objectifs opérationnels	Activités	Structures grammaticales
<p><u>Séquence 1</u></p> <p>Pratiquer une lecture détaillée de l'image biologique</p>	<p>1- Identifier les différentes images</p> <p>2- Décoder les caractéristiques extrinsèques d'une image biologique</p> <p>3- Identifier les différents plans de coupes et plans d'observation</p> <p>4- S'approprier les moyens linguistiques permettant de commenter une image biologique</p> <p>5- Décoder une image biologique</p>	<p>Observations et Inventaire des différentes images</p> <p>-Eléments d'une image biologique - titres -légendes</p> <p>Inventaires des différents plans de coupes et plans d'observations.</p> <p>Commentaires d'une image biologique à partir d'un texte</p> <p>Moyens linguistiques</p> <p>Grille d'évaluation</p>	<p>Dénominations</p> <p>-Nominalisations -Phrases nominales -Compléments de nom</p> <p>Adjectivisation</p> <p>- les présentatifs - La tournure impersonnelle. - les renvois</p>

<p><u>Séquence 2</u></p> <p>Construire des inférences à partir de l'exploitation d'une image biologique</p>	<p>1-S'approprier les moyens linguistiques pour interpréter et comparer</p> <p>2- Saisir le rapport cause/conséquence</p> <p>3- Connaître la logique hypothético déductive</p> <p>4- inférer pour lire une image biologique</p>	<p>Repérer et identifier les différents les moyens linguistiques pour comparer à partir de supports</p> <p>Reconnaître le vocabulaire de L'induction et de la déduction. Les procédés explicatifs</p> <p>Disséquer les étapes d'un raisonnement déductif</p> <p>Grille d'évaluation</p>	<p>Les structures grammaticales de la comparaison : comparatif –superlatif</p> <p>Lexique de la comparaison</p> <p>Les rapports cause conséquences. les verbes de la cause et de la conséquence.</p> <p>Les verbes explicatifs</p> <p>Les articulateurs logiques et chronologiques</p>
---	---	---	--

Dans ces séquences, la lecture des images biologiques et l'adaptation des élaborations didactiques au contexte sont primordiales :

« La notion d'adaptation est au coeur de la problématique du français sur objectif spécifique. Et cette adaptation est de deux ordres.

Elle est d'abord structurelle, constitutive des programmes de FOS dans la mesure où ceux-ci se définissent par la réponse à un besoin précis et à court terme, de formation linguistique. Elle est d'autre part conjoncturelle du fait de la diversité des contextes de mise en oeuvre, tant sur le plan institutionnel, que géographique, humain ou matériel. Et, aussi paradoxal que cela puisse paraître, c'est bien parce que la démarche est très précise que l'adaptation est permanente. » (Parpette et Mangiante : 2004, pp.42-49)

5.2. Le nouveau contrat pédagogique

L'avènement des TICE dans le contexte pédagogique bouleverse l'ensemble des rapports déjà instaurés entre l'enseignant et l'apprenant. L'instauration de cette nouvelle réalité a conduit à de nouveaux modèles d'interactions entre apprenants et enseignants.

Le premier est celui de Duchâteau (1996) qui se base sur le triangle classique « apprenant-enseignant-savoir », tout en accordant une place aux TICE comme un des protagonistes de l'acte pédagogique.

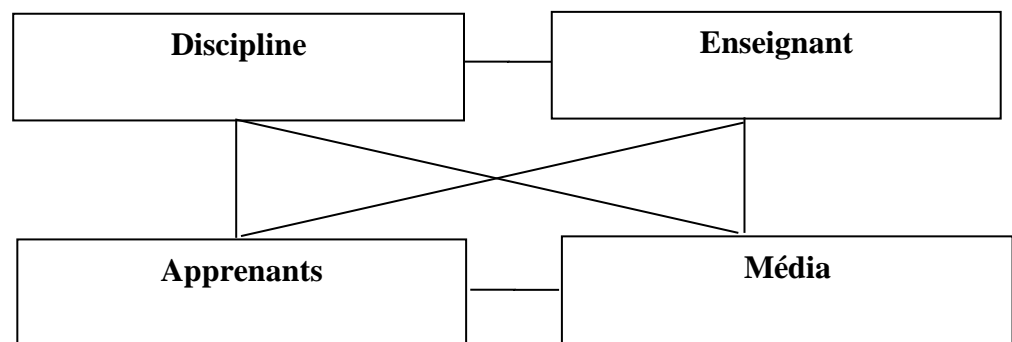


Fig.2 Le modèle de Duchâteau

Ce modèle se distingue par d'abord un rapport « enseignant – média-apprenants » dans lequel les médias sont incontournables pour la construction des connaissances.

Quant au rapport « enseignant – média - discipline », il détermine la numérisation du savoir pour aboutir à un enseignement médiatisé, avec une pédagogie numérisée.

Le deuxième modèle proposé par Rézeau (1998) met en exergue une nouvelle médiation pédagogique.

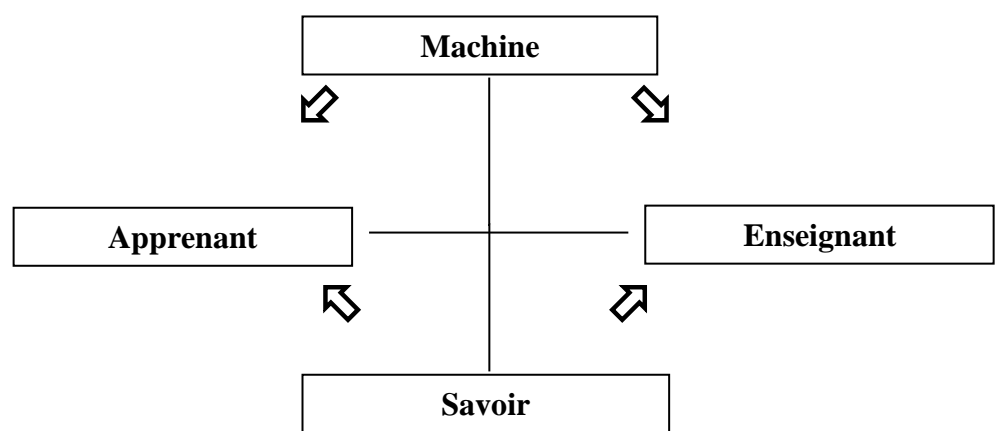


Fig.3- Le modèle de Rézeau

Désormais, de nouvelles tâches sont assignées à l'apprenant placé dans un environnement hypermédia. Sa nouveauté se place dans une approche actionnelle qui donne naissance à un sentiment d'implication, d'autonomie et surtout de motivation pour un apprentissage qui se veut actif. Cet environnement facilite l'accès à l'information, à la sélection des informations pertinentes comme l'a déjà montré notre expérimentation 3.

Le travail collaboratif, l'interactivité et le développement des compétences d'hierarchisation, de production et d'évaluation complètent ces avantages pour ces nouveaux apprenants « digitaux ». Les nouvelles technologies posent aussi de nouveaux problèmes. L'interactivité en fait partie puisque c'est une caractéristique nouvelle qui entre dans le dispositif d'apprentissage.

Comme le souligne Jacquinet (citée par Naymark : 2000), il y a des degrés d'interactivité dans les supports : le magnétophone et le magnétoscope sont moins interactifs que la télématique. Il y a lieu de ne pas confondre, lors de la conception de dispositifs pédagogiques multimédia, deux types d'interactivité :

- L'interactivité machinique qui est fonctionnelle, transitive, et permet à l'utilisateur de rétroagir sur le programme. Elle concerne la partie du logiciel gérant la communication entre l'utilisateur et la machine (logique et ergonomie des opérations, à effectuer sur le clavier et l'écran.)
- L'interactivité mentale qui est intentionnelle, intransitive, et permet à l'utilisateur de réagir mentalement.
-

Cette dernière concerne la partie du logiciel qui gère la communication entre l'utilisateur et l'auteur du logiciel, ce dernier étant présent à travers ses choix de contenus, mais aussi ses choix de structures de navigation, de rhétorique, de contrat énonciatif etc.

C'est donc cette seconde interactivité qui permet à l'utilisateur de déployer une activité sensorielle, affective et intellectuelle au service de l'interprétation du message. L'autre, celle qui réagit sur le programme, ne peut la remplacer. Elle peut, tout au mieux la favoriser, mais elle ne s'y substitue jamais.

C'est donc dans ce sens que l'amalgame entre les deux interactivités doit être écarté lors de la conception des nouveaux dispositifs.

De nouveaux rôles sont assignés à l'enseignant par les modèles de Château et Rézau. Ce dernier devient à la fois un animateur, un médiateur, un guide dans la construction des connaissances, un facilitateur, un ingénieur pédagogue dans la recherche de l'information. Il est en même temps un concepteur des nouvelles tâches inspirées par les innovations technologiques.

A ce propos, Yves (2002) écrit :

« Etre attentif à l'analyse de la demande et savoir redéfinir l'offre de programmes et progressions en fonction de besoins nouveaux et de rythmes nouveaux d'apprentissage. Il doit aussi savoir gérer des équipements et des espaces de formation. Etre un gestionnaire d'espaces multiples. » (P.30)

C'est donc la conception de la formation qui fait la différence. A ce titre, il faut distinguer trois éléments:

- Les techniques pédagogiques (les analogies, les exemples, les exercices, les simulations...)
- Le ou les vecteur(s) de la pédagogie (l'ordinateur, le livre, le formateur...)
- Les éléments de la communication avec l'apprenant (images, textes, graphiques, audio, vidéos...)

Comme l'affirme Coste (1984), l'idée force consiste à identifier communication et apprentissage comme relevant l'un et l'autre fondamentalement d'un processus d'interaction qui sert à négocier du sens.

6. Principes pédagogiques pour concevoir des environnements d'apprentissage multimédia

Ces derniers éléments, parmi lesquels l'animation, sont sujets à un ensemble de conditions et de principes pédagogiques qu'il faudrait en prendre compte dans toute conception d'environnement d'apprentissage multimédia. Des principes que nous présentons succinctement dans le développement qui va suivre.

Comme nous l'avons soulignée dans le chapitre 3, la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia élaborée par Mayer (2009) se base sur des principes pédagogiques essentiels pour la conception d'environnements multimédia.

Ces principes, que nous avons élargis à d'autres que nous considérons comme pertinents pour la conception d'environnements d'apprentissage multimédia, aident surtout à réduire la charge cognitive développée lors des traitements externes (voir chapitre 3.)

6.1. Le principe de cohérence conceptuelle référentielle

Le principe de cohérence porte sur la suppression des informations non essentielles pour l'apprentissage : les participants apprennent mieux si les supports et contenus pédagogiques mis à leur disposition se focalisent sur un élément spécifique, plutôt que sur un contenu trop vaste ou trop général. Lorsque les relations entre les informations apportées par le texte et celles délivrées par les images sont ambiguës ou incohérentes, la compréhension peut être alors perturbée.

Lorsque nous voulons élucider les causes de l'échec didactique auquel aboutissent parfois des animations, nous nous référons souvent à la théorie de la charge cognitive (Sweller et al : 1990). L'excès d'information arrivant simultanément induirait une surcharge cognitive, c'est-à-dire une incapacité de l'être humain à gérer ce flux continu d'information, à le stocker dans la mémoire de travail et à structurer l'information afin de créer un modèle mental.

A ce propos, Merlet et Gaonac'h (1995) ont étudié la compréhension par des étudiants de deuxième année de documents multimédias issus d'un logiciel destiné à l'apprentissage de l'anglais, langue étrangère.



Fig.6. Matériel utilisé par Merlet dans son étude de 1998.

Leurs résultats ont montré que la présence d'image accompagnant les dialogues avait un effet négatif sur les performances de compréhension, comparativement à un groupe contrôle sans image.

Mayer et al (2001) ont montré que l'apprentissage et la compréhension sont perturbés quand des informations verbales ou imagées intéressantes (mais non pertinentes par rapport au thème) sont incluses dans la présentation multimédia, ou quand des sons ou de la musique peu utiles sont ajoutés à la présentation.

Mayer a montré l'effet nuisible de ces ajouts lorsqu'ils sont sans cohérence avec l'objectif pédagogique, qu'ils soient textuels, vidéos, ou sonores (musiques de fonds, bruits environnementaux). La compréhension du module « élagué » de ces ajouts inutiles est considérable. Les détails encombrants placés au début du module sont plus dommageables que ceux qui sont placés à la fin, parce qu'ils activent des réminiscences inappropriées au regard de l'apprentissage visé. L'apprentissage est donc meilleur lorsque les mots, images et sons, qui ne sont pas directement utiles à l'apprentissage, sont absents.

6.2. Principe de signalement

Ce principe part du constat que les informations mises en relief sont mieux retenues. Signaler les informations essentielles permet aux apprenants de mieux orienter leur attention et d'augmenter leur taux de rétention. L'introduction d'informations visant à structurer la prise d'information et à orienter l'attention de l'élève peut s'avérer très favorable.

Les signaux non ambigus, qui visent l'orientation des ressources attentionnelles des apprenants vers les traits pertinents de l'animation, doivent permettre l'organisation des relations entre les éléments du processus décrits et favoriser ainsi l'intégration de ces relations dans un système de relations causales cohérentes et fonctionnelles (Mautone et Mayer, 2007).

Des signaux prenant la forme de courtes consignes, qui orientent l'attention de l'apprenant vers les éléments pertinents du système représenté, et cela pour le bon moment du déroulement de l'animation, semblent être efficaces. En effet, ces signaux

permettent d'optimiser la compréhension et l'élaboration par les apprenants de représentations cohérentes du système présenté.

Schneider et Boucheix (2006), dans une expérience portant sur la compréhension de systèmes mécanique, ont montré que guider l'attention des participants vers le traitement des mouvements locaux des éléments du système avait un effet bénéfique sur la compréhension.

Ces « indiçages » ou « signaling » peuvent prendre plusieurs formes :

- Des indices graphiques de type flèches directionnelles.
- Des numéros indiquant les séquences.
- Des points ou des traits de couleurs marquant les éléments pertinents.
- Des éléments ou des chaînes causales en surbrillance pour attirer l'attention sur des relations entre des éléments en action.

Ce dernier type d'indice est omniprésent dans le dispositif que nous avons mis en place dans notre expérimentation 3. Lowe (1999, 2003) a montré que les apprenants débutants dans le domaine enseigné étaient très largement influencés par les caractéristiques perceptives du dispositif.

Les éléments visuels ayant une saillance perceptive faible étaient négligés quel que soit le niveau d'importance pour la compréhension du phénomène (un phénomène météorologique). Les informations prises en compte par les débutants étaient celles qui entraient le plus en contraste avec le reste de la présentation.

Il s'agissait des éléments soit plus mobiles, ou au contraire moins que les autres. Cette expérience illustre encore le fait que les débutants adoptent des stratégies « bottom-upense » qui se basent sur la composition des images et des animations. Les informations qu'ils récoltent pour créer leur modèle mental sont donc définies à l'avance au sein de l'animation.

Ces guidages attentionnels peuvent aussi prendre la forme de courts messages

verbaux qui orientent l'activité du sujet ou spécifient le niveau cognitif pertinent pour le type d'informations à traiter. C'est ce qui est mis en relief dans l'animation qui simule le processus de la « phagocytose » dans les expériences 2 et 3.

De Koning et al (2009) proposent un cadre de classification des différentes fonctions de repérage. Trois fonctions de repérage peuvent être liées à différents effets perceptuels et cognitifs :

- Guider les capacités attentionnelles des apprenants à des endroits précis pour l'extraction des informations essentielles.
- Repérer les principaux sujets et l'organisation de l'information.
- Intégrer les différents éléments en une représentation cohérente.

Pour De Koning et al, le repérage pourrait être efficace dans le recensement des informations essentielles, mais il ne serait pas toujours performant dans l'amélioration des résultats d'apprentissage.

Huk et Floto (2003), quant à eux, utilisent des couleurs, des flèches et du texte pour étudier deux fonctions de repérage. Les flèches et les couleurs sont utilisées pour diriger l'attention aux informations essentielles dans l'animation ; le texte sert à mettre en évidence la relation entre représentations, c'est-à-dire l'animation et la narration.

Le repérage permet certains résultats positifs dans l'apprentissage. De Koning et al montrent que l'efficacité des indices visuels est dépendante de la complexité de l'animation et améliore l'apprentissage chez les apprenants dans l'édification d'une représentation cohérente (De Koning, Tabbers, Rikers et Paas : 2009).

Lowe et Boucheix (2007) soutiennent également l'idée que la dynamique de repérage stimule efficacement le processus cognitif des apprenants.

6.3. Principe de redondance

Les explications du constat d'échec des animations font le plus souvent référence à la théorie de la charge cognitive (Sweller et al : 1990) : une incapacité de l'être humain à gérer le flux continu d'information, à le stocker dans la mémoire de

travail et à structurer l'information afin de créer un modèle mental. C'est de ce constat que naît l'idée de remédier à la nature fugitive des animations. Pour ce faire, l'idée serait de fixer dans le temps une partie des informations et de les rendre accessibles en permanence pour l'apprenant (Clavien : 2003).

D'autres chercheurs élaborent des étiquettes de rappel, des sortes d'images statiques permettant de « permaniser » l'information. L'apprentissage est de meilleure qualité en présentant une animation et un commentaire audio plutôt qu'une animation, un commentaire audio et du texte à l'écran.

Le Bohec et James (2003) étudient l'impact des prises de notes pendant une présentation statique (avec commentaire audio) contenant trois niveaux de redondance de l'information (nulle, partielle ou totale). Leur expérimentation sur des participants débutants montre que la possibilité de prendre des notes supprime l'effet néfaste observé dans la condition de redondance totale. Seuls les participants en condition de redondance totale et ne pouvant pas prendre de notes aboutissent à des performances inférieures aux autres.

La possibilité de conserver l'information semble donc être une solution lorsque la charge cognitive devient trop importante. Si l'information reste accessible en accompagnant l'animation, il y aura une meilleure compréhension. Lorsqu'une même information est présentée plusieurs fois, celle-ci doit être traitée plusieurs fois. C'est ce à quoi ont abouti les résultats du groupe 3 de nos expériences 2 et 3.

Ce traitement multiple augmente la charge cognitive et devient négatif pour l'apprentissage. Cet effet est par ailleurs lié au niveau d'expertise des apprenants dans le domaine présenté. Des débutants peuvent être avantagés par un matériel présentant des redondances alors que pour le même matériel gênera un public averti (Kalyuga, Chandler et Sweller : 1998).

Baddeley (1992) met en avant des processus de traitement différents et des ressources indépendantes pour les informations de type verbales et celles de type

visuelles. Donc la redondance est manifeste lorsque les informations doubles sont présentées dans les mêmes canaux sensoriels.

6.4. Principe de contiguïté spatiale

Placer le texte à proximité de l'animation améliore l'apprentissage. Selon le principe de contiguïté spatiale, le fait que des informations visuelles soient proches les unes des autres facilite l'apprentissage. Ce dernier sera renforcé si le texte et l'illustration sont côte à côte à l'écran.

L'étude de Mayer (2001) montre une acquisition renforcée à 68%. Du point de vue cognitif, cela s'explique par le rôle de la mémoire à court terme dans l'apprentissage. Lorsque l'illustration et le texte qui lui correspondent sont séparés l'un de l'autre, l'apprenant fournit une dépense cognitive énorme pour pouvoir intégrer l'information.

Si les supports sont contigus, l'intégration est faite par l'apprenant.. Plusieurs recherches montrent que lorsque les informations sont proches des éléments pertinents de l'illustration, c'est-à-dire intégrées en bonne place à côté de l'illustration, alors les performances de compréhension, rétention et transfert, sont supérieures (figure ci-dessous.)

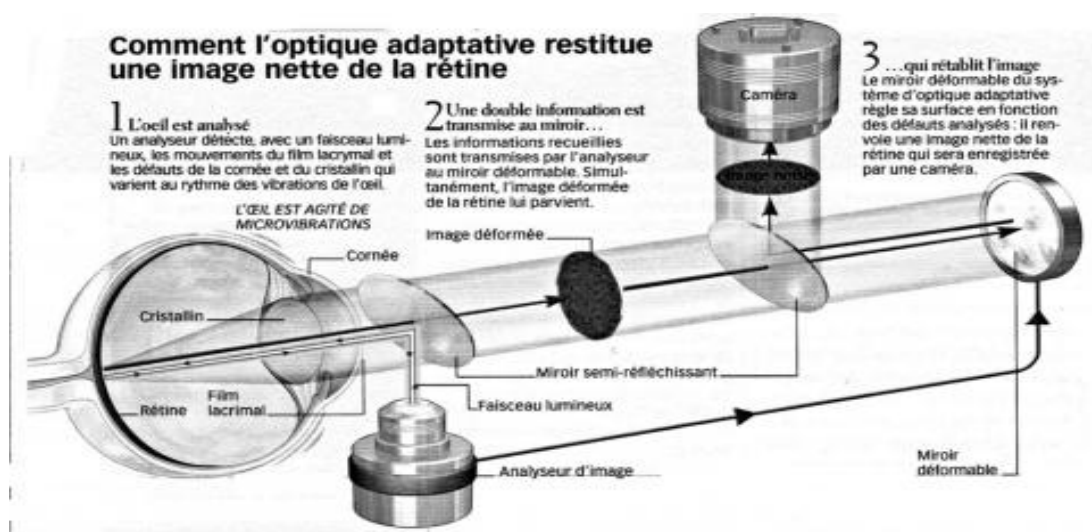


Fig.6. Exemple de textes intégrés à une image complexe (Boucheix et Rouet : 2007)

Les légendes du dispositif que nous utilisons dans nos expériences 2 et 3 sont contiguës à l'animation qui simule le phénomène de la phagocytose. Les dénominations des étapes de ce processus apparaissent en *pop-up*, les transformations sont nominalisées en contiguïté, au fur et à mesure du déroulement du processus.

6.5. Principe de contiguïté temporelle

Tout comme la proximité spatiale des informations visuelles, le fait de renforcer leur proximité dans le temps facilite aussi l'apprentissage. Pour faciliter la tâche de la mémoire de travail, la synchronisation entre éléments verbaux et visuels dans le temps conduit à de hautes performances d'apprentissage.

Du fait de la volatilité de la mémoire de travail qui joue un rôle important dans nos modèles de références, Jamet (2002) écrit que la simultanéité de la présentation dans le document d'une animation et d'un texte devrait favoriser « *la probabilité de leur co-activation en mémoire de travail.* »

6.6. Principe multimedia

Un message composé de mots et d'images correspondantes est mieux retenu qu'un message composé de mots uniquement. Afin de favoriser le traitement de l'information et un apprentissage plus efficace, les apprenants comprendront mieux à partir d'une combinaison de mots et d'images, plutôt que de mots seuls. Il peut s'agir de graphiques, de photographies, d'animations, de vidéos.

L'expérimentation de Mayer montre une amélioration de 89% de l'apprentissage lorsque le texte était illustré, par rapport avec un apprentissage ayant le texte pour seul support.

Du point de vue cognitif, cela s'explique par le « double encodage » qui se produit : un code verbal et un code visuel, c'est-à-dire deux possibilités d'ancrer l'information ainsi encodée en mémoire long terme. Une utilisation excessive de son et de texte accompagnant une illustration conduit à une surcharge cognitive chez

l'apprenant. C'est alors « la *surcharge cognitive* » que nous avons développée précédemment, dans le chapitre 3 de notre présent travail.

6.7. Principe de modalité

Dans l'un de ses principes de base, Mayer écrit que des animations accompagnées d'un commentaire audio conduisent à de meilleurs résultats que des animations accompagnées d'un texte à l'écran. L'effet de modalité (*modality effect*) montre que deux messages devraient venir de deux modalités sensorielles différentes (voir figure 6).

Mayer et R. Moreno (1998) comparent deux versions d'apprentissage : une version comportant une animation accompagnée d'un texte écrit en bas de l'image et une version comportant la même version animée et le même texte cette fois-ci entendu dans un temps limité. Les résultats montrent que les performances de compréhension dans les séances de rappel sont meilleures dans la condition « texte entendu » que « texte lu. »

Toutefois, d'autres études récentes suggèrent l'idée que l'effet de modalité semble très lié aux contraintes temporelles de l'apprentissage. Tabbers (2006) montre que lorsque l'apprenant dispose d'un temps libre alors qu'il est confronté à une tâche de recherche d'information ou de compréhension, l'effet de modalité semble diminuer, voire même disparaître.

Baddeley (1998) élabore des processus de traitement différents et des ressources indépendantes pour les informations de type verbal et celles de type visuel. Les ressources étant séparées, traiter des informations venant de deux modalités différentes est plus facile que traiter des informations provenant de la même modalité.

6.8 Principe de segmentation

L'excès d'information induirait une surcharge cognitive, c'est-à-dire une incapacité de l'être humain à le stocker dans la mémoire de travail et à le structurer ensuite pour créer un modèle mental. C'est de ce constat que naît l'idée de remédier à

la nature fugitive des animations. Pour ce faire, une idée serait de fixer dans le temps une partie des informations et de les rendre accessibles à l'apprenant (Clavien, 2003).

La séquentialisation d'une animation permettrait de réduire la charge cognitive, selon les nombreux travaux récents. En relation avec cette fameuse surcharge cognitive due à la nature fugace de l'animation, une segmentation du contenu pédagogique représenté par une animation conduirait à une meilleure compréhension de ce contenu.

Dans notre étude expérimentale, nous avons repris ce principe de segmentation dans un dispositif comprenant une animation au défilé continu et une animation segmentée. Ralentir le processus, séquentialiser en étapes discrètes, exagérer les mouvements et les aspects cruciaux au détriment du réalisme peut alors permettre une meilleure intégration.

Pour optimiser la compréhension de processus dynamiques il est suggéré de découper l'illustration ou l'animation en séquences d'images. L'apprenant doit alors inférer et simuler mentalement les transitions entre les étapes présentées de façon à reconstituer une image mentale du processus généré par l'animation.

Les recherches (Jamet, 2006) ont montré que la séquentialité avait un effet positif sur la compréhension de processus dynamiques.

6.9. Principe des différences individuelles

Pour Mayer (1996), les effets décrits (modalité, contiguïté temporelles, contiguïté spatiale, redondance, multimédia, cohérence) sont plus forts sur des apprenants disposant de peu de connaissances du domaine. De même, ils sont plus forts pour des utilisateurs disposant d'un haut niveau de capacités visuo-spatiales.

Les aptitudes des apprenants diffèrent et les effets décrits dépendent des capacités cognitives individuelles qui peuvent entrer en ligne de compte dans ce type d'apprentissage ainsi que du niveau d'expertise du domaine.

7. L'interactivité

Afin de réduire la charge cognitive, l'interactivité de l'animation sous certaines conditions permettrait de réduire la surcharge cognitive causée par la surabondance de l'information que comporterait l'animation.

Certaines études essaient de séparer les effets de l'interactivité et de l'animation (Gonzales : 1996; Rieber : 1990; Rieber, Boyce et Assad : 1990), mais les résultats montrent un effet positif de l'interactivité lorsque celle-ci permet à l'utilisateur de contrôler le flux de l'animation.

Les étudiants du groupe 3 de notre expérience 2 peuvent se ressourcer sur le contenu informationnel des étapes du processus, à partir des images statiques de rappel qui sont placées en bas de l'interface de l'animation présentée

Schöltz (2009) montrent qu'en situation d'apprentissage, une animation interactive permet à l'apprenant de faire des va et vient relatifs aux étapes procédurales importantes. Elle facilite leur apprentissage tout en réduisant la surcharge cognitive et leurs capacités attentionnelles liées à la perception de ces dernières.

Toutefois, les ajouts d'interactivité, de contrôle sur le déroulement des animations devraient être parcimonieusement exploités, en fonction de la tâche.

Mayer et Chandler (2001) comparent deux modalités de présentation d'une animation avec narration (orale) portant sur la formation de la foudre. Dans la première, l'apprenant exerce un contrôle, étape par étape, de la narration animée. Dans la seconde, il est, en revanche, confronté à une version sans possibilité de contrôle et à vitesse fixée. Les résultats montrent que les apprenants ayant travaillé dans le cadre de la première condition obtiennent de meilleurs résultats de compréhension que les participants ayant été placés dans la deuxième.

Boucheix et Guignard, (2005) obtiennent de meilleurs résultats de compréhension avec des élèves de CM1 et CM2 lorsque ces derniers s'auto-présentent les diapositives dans un cours multimédia portant sur le fonctionnement des systèmes

d'engrenage. Les élèves contrôlent le rythme de présentation des diapositives, mais pas le déroulement de l'animation elle-même.

Ces mêmes résultats ont été obtenus par les sujets témoins des G2 et G3 de notre expérimentation 2. Rappelons que ces sujets avaient la possibilité d'arrêter, de reprendre et de faire revenir en arrière l'animation au moyen de boutons de contrôle ou à l'aide de la souris. Les sujets du G3 bénéficiaient même d'étiquettes de rappel qui leur permettaient de consulter l'étape dont le contenu en information n'avait pas été retenu.

Schwan et Riemp (2004) comparent deux versions d'une animation :

- Version 1 : l'apprenant peut contrôler le déroulement du processus présenté à partir d'une vidéo interactive.
-
- Version 2 : le même processus est présenté à partir d'une vidéo fixe non-interactive, c'est-à-dire que l'apprenant a une seule possibilité de contrôle, celle d'attendre la fin de la présentation du processus pour la faire repartir. Cette version a été appliquée, rappelons-le, au G1 de notre expérimentation 2 qui était contraint de suivre une animation continue jusqu'à son arrêt pour la faire repartir.
-

Les résultats montrent que les apprenants réussissent plus rapidement les nœuds, objet de l'apprentissage, dans le cas de la présentation interactive. Les temps pour réaliser les nœuds sont très longs dans la condition non interactive et très courts dans la condition interactive.

Les différentes études sont partagées sur cette option d'interactivité et son influence sur la surcharge cognitive. Sweller (2003) cite une série de lignes directrices destinées à la création de matériels d'apprentissage.

Parmi ces lignes directrices, il affirme que l'interactivité du matériel (élément inter activity effect) augmente l'effet de dissociation de l'attention. Cet effet, négatif à l'apprentissage, se produit quand les sujets doivent traiter des sources d'information multiples afin que le sens puisse être inféré.

8. Synthèse finale

En conclusion de ce chapitre portant sur une nouvelle conception de dispositif multimédia, nous avons essayé de développer une sorte de « réingéniering » de la formation. Il s'agit pour le formateur d'explorer les ressources multimédias qui peuvent être liés aux publics, aux contenus, aux objectifs, aux finalités de l'apprentissage. C'est une problématique de substitution qui s'impose. Il y a lieu donc repenser la place à accorder aux ressources susceptibles de faciliter, d'aider à la compréhension puisque c'est la finalité de tout apprentissage spécialisé.

L'apport de ressources telles que l'animation peut contribuer à une démarche d'intégration à forte dimension ingénierique. Une véritable remodelisation des supports pédagogiques, avec l'intégration du multimédia, recommande de nouveaux scénarios. Il s'agit en quelque sorte d'un processus de cristallisation pédagogique. C'est-à-dire une spécification des caractéristiques de la ressource, son architecture, les effets visés par les mises en situations, le respect des principes de conception de dispositifs multimédia tels que nous les avons énumérés précédemment, soit les conditions à mettre en œuvre pour obtenir les effets attendus.

Notre contexte plurilingue nous incite à une rénovation des pratiques pédagogiques dans le domaine spécialisé ; des pratiques qui doivent prendre en compte le contexte linguistique spécifique des élèves (Sawadogo, Legros et Marouby : 2010 ; Sawadogo et Legros : 2008).

Ce contexte confronte l'apprenant, dès la première année d'étude universitaire, à un double obstacle : l'obstacle de la langue et l'obstacle de la complexité du modèle de texte scientifique telle qu'il est enseigné actuellement. Les supports multimédia devront revêtir une nouvelle dimension : celle de faciliter « l'appréhendabilité » de ce type de support complexe et de pallier en partie au déficit langagier de l'apprenant.

La mission de ce dernier est de recenser, de sélectionner, d'hierarchiser et d'investir l'information dans la production d'écrit. Cette ingénierie pédagogique du

multimédia, aussi bien au niveau des scénarios pédagogique globaux que des scénarios détaillés portant sur l'organisation des situations d'apprentissage, prendra en charge ces obstacles.

L'identification des stratégies différenciées dans la lecture du rapport texte/image dénote qu'une prise en charge effective, inscrite dans une optique d'ingénierie pédagogique du multimédia, est appropriée. En effet, nous avons remarqué au cours de nos expérimentations sur le terrain qu'en dehors des pratiques langagières déficitaires, les stratégies déployées dans le processus de compréhension sont incompatibles avec le but assigné.

L'image animée est comparable à ce que l'apprenant affrontera dans la réalité car son système symbolique, fait de codes multiples, présente une multi-dimensionnalité. C'est justement cette complexité faite d'un ensemble de lectures plurielles, à plusieurs niveaux de compréhension, qui peut permettre d'entraîner l'apprenant grâce à des exercices de simulation.

L'image animée peut, non pas remplacer l'enseignant, mais le seconder dans un domaine où sa compétence s'avère limitée (car basée essentiellement sur un code verbal, source de difficultés pour l'apprenant). Les sciences de la vie et de la Terre prennent appui sur une longue pratique pour tirer profit en temps réel des dernières innovations technologiques dans l'usage de l'image.

Parler d'expérimentation n'est plus de mise, il faut passer à l'utilisation courante généralisée. Un foisonnement de supports qui fournissent un ancrage visuel pour l'étude de phénomènes sur des échelles de temps et d'espace très variées, qui permettent de passer de représentations dans le plan à un espace à trois dimensions, qui autorisent une quantification, qui facilitent le travail autonome et la communication, apportent une valeur ajoutée qui n'a pas besoin d'être plus longtemps démontrée

Une prise en charge des caractéristiques du multimédia permettra à coup sûr l'apprentissage et l'acquisition de stratégies de lecture indispensables à la compréhension et à la mémorisation de ce type de texte. Les connaissances procédurales

ou « le comment faire », les connaissances déclaratives ou « le quoi faire » et les connaissances conditionnelles ou le « quand faire » constituent des connaissances métacognitives incontournables dans les stratégies de lecture des plages visuelles qui composent le texte de biologie.

L'interaction de champs disciplinaires déterminés (les sciences cognitives, la didactique et l'ingénierie de formation) dans la prise en charge des stratégies, lors du processus de lecture/ compréhension des textes de spécialité dans un contexte plurilingue, est particulièrement féconde.