



جامعة البي بكر بلقايد تلمسان

Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen
Faculté de Technologie
Département de Génie Biomédical

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de

MASTER en GENIE BIOMEDICAL

Spécialité : Imagerie Médicale

Présentées par :

+ Boussekine Nour El Houda

+ Bellal Linda

**Développement d'un outil numérique dédié à l'enseignement de l'histologie et
l'imagerie cellulaire.**

Soutenu le 24/06/2019 devant le Jury

Mme. KHEMIS Kamila	MCA	Université de Tlemcen	Président
Pr. BOUKLI Hacane Ismail	MCA	Université de Tlemcen	Examineur
Pr. BESSAID Abdelhafidh	MCA	Université de Tlemcen	Encadreur
Mme. Kherraf Yamna	MA	Université de Tlemcen	Invitée

Année universitaire 2018-2019

Remerciement :

Nous remercions DIEU le tout-puissant pour nous avoir donné la volonté de mener à terme le présent travail.

Avec beaucoup de gratitude et de sincérité, nous remercions vivement notre encadreur Mr Bessaïd Abdelhafid, Professeur à l'université de Tlemcen, pour sa présence scientifique et humaine, son soutien et ses conseils avisés pendant toute la durée de ce travail et l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de nous encadrer.

Nos sincères remerciements vont également à Madame Khemis Kamila pour l'honneur qu'elle nous a fait pour présider le jury de ce mémoire et Mr. Boukli Ismaïne d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Nos vifs remerciements vont également à Mme Kherraf pour nous avoir accueilli au sein du laboratoire d'histologie de la faculté de médecine ainsi que pour l'aide qu'elle nous a prodiguée durant toute la durée de ce projet.

Nous adressons également nos respectueux remerciements à monsieur Benlakhdar Nasreddine chef de service de l'informatique d'el Bayedh, et le monsieur Lazergui Rafik, nous leur sommes très reconnaissantes pour le temps qu'il a consacré à examiner notre travail.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les enseignants qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cursus universitaire.

Dédicace :

Je dédie ce travail à

Mes chers parents, qui m'a soutenu et encouragées durant ces années d'études.

Quelle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Ames frères **YOUSSEF, BADI, ABDELKADER, SERHANE**, mes sœurs et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supportée et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes chers proches et à ceux qui me donnent de l'amour.

A tous mes amies **Fouad, MOUNIRA, NABILA, Linda, IKRAM** qui m'ont toujours encouragée, et à qui je souhaite plus de succès.

Et a toute la promo de l'imagerie Médical.

A tous ceux que j'aime.

Merci.

Dédicace :

Je dédie ce travail à

Mes chers parents, qui m'a soutenu et encouragées durant ces années d'études.

Quelle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Ames frères **IBRAHIM, ALI, SALIM**, mes sœurs **OURDIA, AMNA** et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supportée et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes chers proches et à ceux qui me donnent de l'amour.

A tous mes amies **MOHAMED, HOUDA, IKRAM** qui m'ont toujours encouragée, et à qui je souhaite plus de succès.

Et a toute la promo de l'imagerie Médical.

A tous ceux que j'aime.

Merci.

Table des matières

Listes des figures :.....	6
Liste des tables :	8
Listes des abréviations :	9
Résumé :.....	11
Abstract:.....	12
ملخص	13
Introduction générale.....	14
Chapitre 01 : généralité sur l'Histologie.....	16
Introduction.....	16
1. Définition de cellule.....	16
2. Définition des tissus :.....	17
3. Les techniques histologiques :.....	19
3.1 Artéfacts de coloration :.....	23
4. Définition de la lame et la lamelle :.....	24
4.1. Lamelle :.....	24
4.2. Lamelle :	24
5. Le microscope :	24
5.1. Le Microscope Optique :.....	25
5.2. Le Microscope Électronique :	25
Conclusion :	26
Chapitre 02: La microscopie virtuelle.....	27
Introduction :	27
1. Définition de microscopie virtuelle :	27
2. Définition des lames virtuelles :	28
3. La numérisation :	29
4. Principes de la numérisation et formats des images générées :.....	30
5. La visualisation :	31
5.1. Fonctionnalités avancées :	32
6. L'enseignement avec des lames virtuelles :	33
8. Avantages et inconvénients de l'enseignement par lames virtuelles :.....	34
8.1. Les avantages :.....	34
8.2. Les inconvénients :	35
9. Etat de l'art :	36
9.1. Olympus VS110 : un système de lames virtuelles multi-applications :.....	36
9.2. Axio Scan.Z1 :	37
9.3. Sakai :	40
9.4. Moodle :	41
9.5. Microscope virtuel NYU :	42
9.6. NDP.VIEW :	43
9.7. Scanner de lame Nanozoomer HAMAMATSU :	45
9.8. CaloPix :	46
Conclusion :	47
Chapitre 03: Outils de développement et Implémentation.....	48
Introduction :.....	48
1. Qu'est-ce qu'un site web :	48
1.1 Comment fonctionne un site web ?	48
2. Environnement matériel :	51
2.1. Base d'images Histologiques :	51

3. Choix des outils de développement :	53
3.1. Langage de programmation :	53
3.1.1. Java :	53
3.1.2. JavaEE :	54
3.1.3. SQL (StructuredQueryLanguage) :	56
3.2. Environnement de développement :	56
3.2.1 NetBeans 6.8 :	56
3.3. Choix de SGBD :	57
3.5. Tomcat:.....	57
4. L'architecteur de notre application :	59
6. Resultat et déscusion :	59
Conclusion :	84
Conclusion générale :.....	85
Bébliographie :.....	87

Listes des figures :

Figure 1 : Types d'épithélium.....	17
Figure 2 : Les tissus conjonctifs.....	17
Figure 3 : Tissus sanguins.....	18
Figure 4 : Les tissus musculaires.....	18
Figure 5 : Les tissus nerveux.....	18
Figure 6 : Le prélèvement.....	19
Figure 7 : Les liquides fixateurs.....	20
Figure 8 : L'inclusion.....	20
Figure 9 : Les coupes du bloc de paraffine.....	21
Figure 10 : La coloration.....	21
Figure 11 : Les colorations (Hématoxyline-éosine)	22
Figure12 :le microscope.....	24
Figure 13 : Microscope Nachet.....	25
Figure 14 : microscope à transmission, microscope à balayage et microscope à effet tunnel.....	26
Figure 15 : Le microscope virtuel.....	27
Figure 16 : Les lames virtuelles.....	28
Figure 17 : La numérisation.....	30
Figure 18 : Logiciel de visualisation viewer.....	31
Figure 19 : L'enseignement avec les lames virtuelles.....	33
Figure 20 : Axio Scan.Z1.....	38
Figure 21 : Axio Scan.Z1.....	39
Figure 22 : sakai.....	40
Figure 23 : La plateforme Sakai.....	41
Figure 24 : La plateforme Moodle.....	42
Figure 25 : Microscope virtuel NYU.....	42
Figure 26 : Microscope virtuel NYU.....	43
Figure 27 : le zoom en NDP.VIEW.....	43
Figure 28 : L'annotations et les commentaires en NDP.VIEW.....	44
Figure 29 : les mesures en NDP.VIEW.....	44
Figure 30 : Cadre d'information en NDP.VIEW.....	45
Figure 31 : Scanner de lames Nano zoomer.....	45
Figure 32 : CaloPix.....	47
Figure 33 : Modèle de client-serveur.....	49
Figure 34 : Olympus CX41.....	52
Figure 35 : Olympus CX41 et le DP12.....	52
Figure 36 : Artère musculaire x10, artère musculaire x20, artère musculaire x40.....	53
Figure 37 : Java EE.....	54
Figure 38 : diagramme de l'architecteur 2N.....	59
Figure 39:Page d'accueil.....	60
Figure 40:Page authentification.....	61
Figure 41:Page d'accueil d'administrateur.....	62
Figure 42:Page d'ajout de professeur.....	63
Figure 43: Page modifier professeur (avant la modification)	64
Figure 44: page modifier professeur (pendant la modification)	65
Figure 45: supprimer un professeur.....	65
Figure 46:liste des professeurs final.....	66
Figure 47 : Page d'ajout d'étudiant.....	67
Figure 48: Page modifié étudiant (avant la modification)	68
Figure 49: Page modifié étudiant (pendant la modification)	69

Figure 50: supprimer étudiant.....	69
Figure 51: Page des étudiants inscrits (après modification et suppression)	70
Figure 52:page d'accueil de professeur.....	71
Figure 53: Page d'ajoute exercice (avant)	72
Figure 54: page d'ajoute un exercice (après).	73
Figure 55: Page d'ajouter cours.....	75
Figure 56: page des cours.....	76
Figure 57: Page de téléchargement.....	77
Figure 58: page d'exercices.....	78
Figure 59: Page de correction.....	79
Figure 60: Page de correction des lames sélectionnées.....	80
Figure 61: Page de validation des notes.....	81
Erreur ! Signet non défini.	

Liste des tables :

Tableau 1 : Les composants de microscope virtuel.....28

Listes des abréviations :

A :

ADN:acide désoxyribonucléique

ARNm: acideribonucléique

ATP:adenosine triphosphate

ADSL:Asymétric digital subscriber line

API : interface de programmation/*application programming interface*

C:

CSS: Cascading Style Sheets

CCD: Charge Coupled Device

H:

H.E :l' Hématéine-Eosine

H.E.S :l' Hématéine-Eosine-Safran

IHC:immunohistochimie

HTML: Hypertext Markup Language

Http: Hypertext Transfer Protocol

I :

IDE : environnement de développement intégré

IIS : Internet Information Service

J :

JavaEE : Java Enterprise Edition

Java SE : Standard Edition

JTA : Java Transaction API

JMS: Java Message Service

JNDI: Java Naming and Directory Interface

JSP : Java Server Pages

L :

LV : Lame virtuelle

M :

Mbps : mégabits par seconde

P :

PC :Personal Computer

Q :

QCM : Questionnaire à choix multiples

S :

SQL : *StructuredQueryLanguage*

SGBD : *système de gestion de base de données*

SDK : *Software development kit*

SGBDR : Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles

T :

TE : Tissus épithéliums

TC : Tissus conjonctifs

TM : trichrome de Masson

TMA : tissue microarray

TP : Travaux pratique

U :

UPMC : Promouvoir les logiciels Utiles Maîtrisés et Economique dans l'enseignement Supérieur et la Recherche.

USB : bus universel en série

UML : Langage de modélisation unifié/ UnifiedModelingLanguage

X :

XML : L'Extensible MarkupLanguage

Résumé :

L'objectif de notre travail est de mettre en œuvre un outil numérique dédié à l'enseignement d'histologie et l'imagerie cellulaire, cette plateforme fournit de nombreux avantages dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage permettant à l'étudiant de mieux comprendre et assimiler les notions de base d'histologie à travers des travaux pratiques effectués sur des lames virtuelles qui ne sont que des images scannées à partir de lames réelles d'histologie. L'étudiant peut aussi effectuer des opérations d'agrandissement des régions d'intérêt, des annotations, etc....

Pour mener à bien ce travail, nous avons commencé par scanner un ensemble de lames d'histologie pour constituer une base d'images ou lames virtuelles sur lesquelles différentes opérations seront effectuées par les étudiants dans les séances de travaux pratiques.

Nous avons également développé une plateforme par l'utilisation des outils J2EE, SQL server, et avec l'intégration de la base de données scannées.

Tout d'abord, chaque enseignant ou étudiant à travers son mot de passe peut accéder à la page principale d'exercice lui permettant de charger une lame et l'afficher sur l'écran d'ordinateur avec des commentaires qui l'identifient (l'agrandissement, la coloration utilisée.). L'étudiant peut effectuer des annotations sur cette lame pour localiser les différentes structures, il peut aussi, écrire des commentaires concernant cette lame. Une fois que l'étudiant a validé son travail, le professeur peut le corriger et donner une note. Si la note est validée, un email sera envoyé automatiquement à l'étudiant. Cette plateforme permet aussi à l'étudiant de consulter des cours ou des sites internet d'histologie.

A travers un mot de passe, la main est également donnée à l'administrateur qui peut apporter des modifications ou introduire de nouveaux éléments dans la plateforme.

Mots clés :

Histologie, l'enseignement d'histologie, travaux pratiques, lame réelle, lame virtuelle, ordinateur, plateforme, JavaEE, SQL server.

Abstract:

The goal of our work is to implement a digital tool dedicated to teaching histology and cell imaging, this platform provides many benefits in the field of teaching and learning allowing the student to better understand and assimilate basic notions of histology through practical work done on virtual slides that are only scanned images from real histology slides. The student can also carry out operations of enlargement of the regions of interest, annotations, etc ...

To carry out this work, we began by scanning a set of histology slides to form a virtual image or slide base on which different operations will be carried out by the students in the practical work sessions.

We have also developed a platform through the use of J2EE tools, SQLserver, and with the integration of the scanned database.

First, each teacher or student has their own password to give them permission to enter. In the exercise page that will appear later, allows the student to load a slide and display it on the computer screen with comments that identify it (magnification, coloring used ..), then the student can make annotations on this slide to locate the different structures too, he can write comments on this slide. Once the student has validated his / her work, the teacher could correct it and give a grade. If the grade is validated, an email will be automatically sent to the student to tell him that the teacher has corrected his work. This platform also allows the student to consult courses or histology websites.

To modify, add or delete anything that exists in the platform, the administrator with his own password can perform all these operations.

Keywords :

Histology, histology teaching, lab work, real blade, virtual blade, computer, platform, JavaEE, SQL server.

ملخص

الهدف من عملنا هو تطبيق أداة رقمية مخصصة لتدريس الأنسجة والتصوير الخلوي، وتوفر هذه المنصة العديد من الفوائد في مجال التعليم والتعلم مما يتيح على الطالب فهم واستيعاب مفاهيم الأنسجة الأساسية بشكل أفضل من خلال العمل العملي المنجز على الشرائح الافتراضية التي يتم مسحها ضوئياً فقط من شرائح الأنسجة الحقيقية. يمكن للطلاب أيضاً إجراء عمليات توسيع المناطق ذات الاهتمام والتعليقات التوضيحية، إلخ ...

لتنفيذ هذا العمل، بدأنا بمسح مجموعة من شرائح الأنسجة لتشكيل صورة افتراضية أو قاعدة شرائح سيتم تنفيذ عمليات مختلفة عليها بواسطة الطلاب في جلسات العمل العملية.

لقد طورنا أيضاً منصة من خلال استخدام أدوات J2EE، SQLserver، وبتكامل قاعدة البيانات المسوحة ضوئياً.

أولاً، لكل معلم أو طالب كلمة المرور الخاصة به لمنحهم إذن الدخول. في صفحة التمرين التي ستظهر لاحقاً، تسمح للطلاب بتحميل شريحة وعرضها على شاشة الكمبيوتر مع تعليقات تحدها (التكبير، التلوين المستخدم)، ثم يمكن للطلاب تقديم تعليقات توضيحية على هذه الشريحة لتحديد هياكل مختلفة أيضاً، ويمكنه كتابة التعليقات على هذه الشريحة. بمجرد ان يتحقق الطالب من صحة عمله، يمكن للمدرس تصحيحه وإعطاء التقدير. إذا تم التحقق من صحة الصف، فسيتم إرسال رسالة إلكترونية تلقائياً إلى الطالب لإخباره بأن المعلم قام بتصحيح عمله. كما يتيح هذا النظام الأساسي للطلاب الرجوع إلى الدورات التدريبية أو مواقع الأنسجة.

لتعديل أو إضافة أو حذف أي شيء موجود في النظام الأساسي، يمكن للمسؤول بكلمة المرور الخاصة به تنفيذ جميع هذه العمليات.

الكلمات المفتاحية:

الأنسجة ، تدريس الأنسجة ، العمل المخبري ، شفرة حقيقية ، شفرة افتراضية ، كمبيوتر ، منصة ، خادم javaEE ، SQLserver.

Introduction

Générale

Introduction générale :

L'histologie est l'anatomie microscopique des tissus, et l'étude des éléments cellulaires qui les composent, elle a pour but d'explorer la structure. Elle demeure une science vivante et utile pour tout étudiant en médecine, en chirurgie dentaire.

En effet, la connaissance des tissus normaux, sur le plan structural et ultra-structural, permet d'assurer le lien entre structure et fonction.

Dans l'histoire de la médecine et de la biologie, le concept de tissu a précédé celui de la cellule. Le premier, dû à Bichat, dans les toutes premières années du XIX^e siècle, a été élaboré à partir de dissections anatomiques réalisées à l'œil nu, sans recours au microscope. Dans un deuxième temps, en 1838, Schleiden et Schwann, utilisant le microscope photonique, ont édifié la théorie cellulaire postulant que l'organisme était fait de cellules et de produits élaborés par celles-ci. Vingt ans plus tard, Virchow a complété la théorie cellulaire en affirmant que toute cellule provient d'une cellule préexistante. Ainsi, alors que Bichat considérait que les tissus étaient les constituants élémentaires de l'organisme, avec la théorie cellulaire, la cellule est devenue l'unité élémentaire de la vie et le tissu est devenu le premier niveau d'organisation supra cellulaire. On reconnaît, dans l'organisme, différents niveaux d'organisation structurale qui correspondent, en allant du plus complexe vers le plus élémentaire, aux appareils ou systèmes (appareil circulatoire), aux organes (cœur), aux tissus (tissu musculaire strié myocardique), aux cellules (fibre musculaire striée myocardique), aux organites (mitochondries). Il faut distinguer l'avènement du microscope qui a permis la naissance de l'anatomie microscopique avec Malpighi (1628-1694), de l'introduction du terme « histologie », de la notion même de tissu et de sa biologie que l'on doit à Bichat (1771-1802). Ces derniers constituent un ensemble coopératif de cellules différenciées qui forment une triple association, territoriale, fonctionnelle et biologique. [1]

L'enseignement de l'histologie fait partie des enseignements obligatoires dans les études médicales. Les étudiants sont obligés de faire des travaux pratiques pour étudier les différents types de cellules qui forment les tissus d'un organe avec l'utilisation des lames préparées par différents techniques histologiques qui sont visualisées à l'aide des microscopes optiques (Olympus, Zeiss...). Ce domaine d'enseignement permet aux étudiants de mieux comprendre les différentes structures qui forment les tissus et leur fonctionnement à l'intérieur du corps humain.[1]

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Ces dernières années le nombre des étudiants dans les travaux pratiques qui concerne l'histologie en médecine augmente, les microscopes sont de nombres limités et sont coûteux et les lames pédagogiques prévues dans le programme sont insuffisantes et cassent facilement. C'est pour cela et grâce à la révolution technologique dans le domaine d'enseignement d'histologie, aujourd'hui, l'étudiant en médecine peut faire les travaux pratiques qui concernent ce domaine grâce à des microscopes virtuels qui permettent de digitaliser des coupes histologiques (la nouvelle découverte de digitalisation des lames est le scanner de lame) et donnent des lames virtuelles visualisées directement sur un écran d'ordinateur à l'aide d'un logiciel de visualisation(viewer),ce logiciel permet à l'étudiant de faire plusieurs taches comme le zoom , l'annotation, la rotation. Il permet aussi de voir des informations sur les coupes histologiques (taille, format, compression...), de calculer des grandeurs (distances, surfaces, périmètres, ...) de différentes structures.

L'objectif visé dans ce mémoire consiste à disposer de moyen pédagogique permettant d'enseigner cette science de manière numérique avec des événements qui se succèdent de manière claire et explicite. Ce qui apportera une aide précieuse à l'enseignant et à l'étudiant en histologie humaine. Evidemment, nous devons, compte tenu du temps limité dans le projet PFE, de limiter nos objectifs. Nous nous sommes donc fixés de concevoir une plateforme logicielle permettant à l'étudiant de réaliser certaines tâches pour bien mener ses travaux pratiques (charger une image numérique qui représente la lame virtuelle, effectuer des annotations sur la lame pour localiser les différentes structures, consulter des cours d'histologie et ouvrir des sites internet, ces derniers sont intégrés dans la plateforme.)

Ce mémoire s'articule autour de trois chapitres :

Le premier chapitre est dédié au cadre médical. Nous y présentons quelques notions de l'histologie, les techniques histologiques utilisées pour préparer une lame et se termine par la définition du matériel utilisé (lame et microscope).

Nous présentons dans le deuxième chapitre, la microscopie et les lames virtuelles, le principe de la numérisation des lames, le logiciel de visualisation des lames virtuelles, l'utilisation de ces dernières en pédagogie et leurs avantages et inconvénients. On termine ce chapitre par l'état de l'art sur l'utilisation des plateformes et logiciels utilisés dans l'enseignement de l'histologie.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation d'une part du matériel et des méthodes utilisées, et d'autre part aux résultats obtenus et à la discussion de ces résultats.

Nous terminons ce travail par une conclusion générale, en résumant notre contribution et en proposant des perspectives.

Chapitre 01 :

Généralités sur l'histologie

Introduction :

Les sciences biologiques et médicales sont basées sur trois disciplines fondamentales (la biochimie, la physiologie et la morphologie). La cytologie est l'étude des constituants de la cellule. Au même titre que la cytologie et l'anatomie, l'histologie est une branche de la morphologie ; elle est elle-même subdivisée en histologie générale et histologie spéciale. L'histologie générale est l'étude des tissus, associations de cellules de même type et parfois de composants extracellulaires formant les constituants élémentaires des organes. L'histologie spéciale, encore appelée anatomie microscopique, est vue plus tard. Elle étudie l'architecture des organes formés par un ensemble de tissus.

L'histologie signifie étude (**logos**) des tissus (**histo**) dont se composent les êtres vivants.

« Histologie » signifie étymologiquement « science des tissus ». L'histologie s'est rapidement intéressée à la morphologie des cellules (l'histo chimie), mais aussi à leur fonctionnement et à la conception des tissus (histophysio logie). Aujourd'hui, l'histologie a pour but de mettre en évidence au sein de la cellule, in situ (contrairement à la biochimie), les protéines, l'ADN et l'ARNm.

1. Définition de cellule :

Chaque cellule était considérée comme une unité individuelle entouré par une membrane et contenant toute la machinerie nécessaire à son fonctionnement. [2]

Ces cellules ont de nombreux caractères en commun indépendamment de toute fonction spécialisée : une membrane externe, la membrane cytoplasmique, entoure chaque cellule et sépare son contenu, le cytoplasme de son environnement et des autres cellules.

Les membranes cellulaires limitent plusieurs organites à l'intérieur des cellules, chacun ayant une fonction spécialisée.

Les principaux organites limités par une membrane sont :

- ✚ Le noyau, qui contient l'ADN cellulaire.
- ✚ Les mitochondries, qui fournissent l'énergie.
- ✚ Le RE, impliqué dans la biosynthèse des protéines et de certains lipides.
- ✚ L'appareil de Golgi, qui participe à la transformation des différentes glycoprotéines destinées à la cellule ou aux sécrétions.
- ✚ Des vésicules, qui agissent comme un emballage temporaire pour les substances transportées dans la cellule.

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

- ✚ Les lysosomes, qui contiennent des hydrolases pour digérer les macromolécules à l'intérieur de la cellule.
- ✚ Les peroxysomes, qui renferment des enzymes participant au métabolisme des acides gras.

2. Définition des tissus :

Les tissus sont des entités (structures) morphologiques ou fonctionnelles qui dérivent d'un assemblage entre cellules et substance intercellulaires : qui constitue une association territoriale avec une ou des fonctions qui dépendent de la nature des cellules et de la matrice extracellulaire (fonction particulière) On distingue deux types d'histologie :

Histologie générale : description des tissus de chaque catégorie reposant sur les principes généraux d'organisation de ces tissus ; se rapproche des notions de biologie cellulaire

Histologie spéciale : décrit fonction et organisation des appareils. [3]

➤ Les épithéliums (TE) :

Formés de cellules tapissant des surfaces, revêtant les cavités de corps ou constituant des glandes, telles les glandes

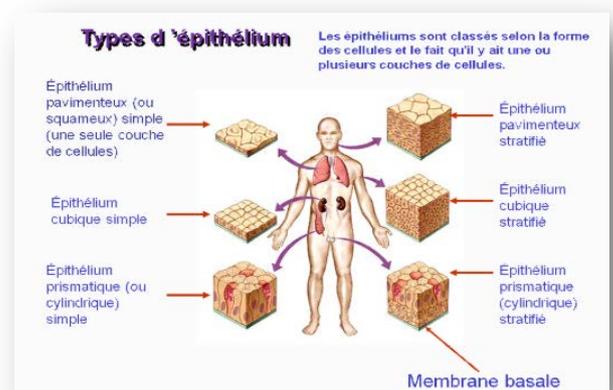


Figure 1 : Types d'épithélium.[3]

➤ Les tissus conjonctifs (TC) :

Composé de cellules produisant une matrice extracellulaire qui sert de lien ou de support à d'autres tissus spécialisés en formant les tendons, les os ou le tissu adipeux.

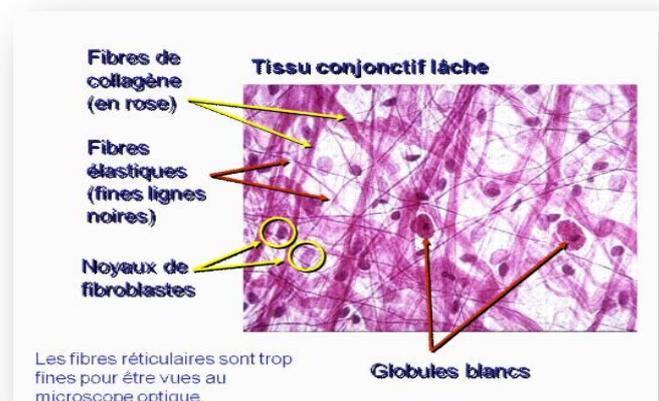


Figure 2 : Les tissus conjonctifs.[3]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

➤ Tissus sanguins :

Organes hématopoïétiques (structure de Formation et de différenciation des structures sanguines).

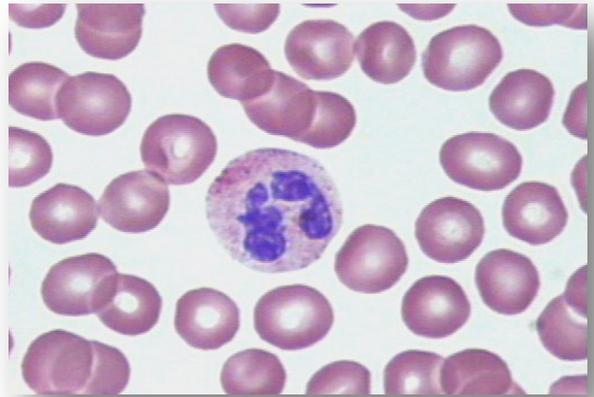


Figure 3 : Tissus sanguins.[3]

➤ Les tissus musculaires :

Responsables des mouvements des différentes parties caractérisées par les cellules musculaires : les myocytes. Elles sont capables de transformer l'énergie chimique (hydrolyse de l'ATP) en travail mécanique, musculaire (unidirectionnelles) par raccourcissement de la cellule.



Figure 4 : Les tissus musculaires.[3]

➤ Les tissus nerveux :

S'organise en un véritable réseau de communication spécialisé dans la perception et le transport de l'influx nerveux. Il constitue le système nerveux (le cerveau, la moelle épinière et les nerfs). Il regroupe en même temps que des cellules spécifiques appelées, neurones, des cellules névrogliales assurant les rôles de protection, de soutien et de nutrition.

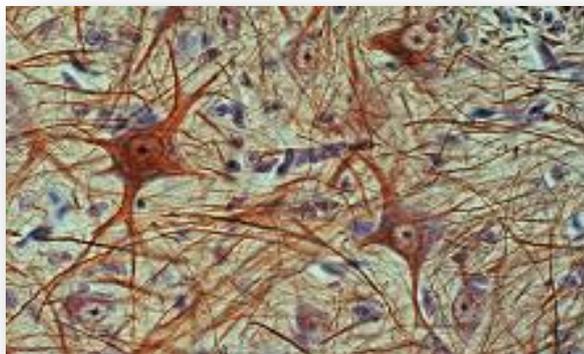


Figure 5 : Les tissus nerveux.[3]

3. Les techniques histologiques :

Toute activité histologique a en commun l'action d'observer et d'interpréter ce qui est vu. Dans toute démarche d'ordre histologique, 4 étapes se succèdent : le choix du matériel à étudier, la technique permettant de visualiser les structures que l'on veut étudier, la production d'images de ces structures, par des moyens optiques et l'interprétation de ces images. Pour ce faire il existe de nombreuses techniques histologiques :

- **Le prélèvement** : En histologie humaine le prélèvement peut se faire sur un cadavre (le plus rapidement possible après le décès), sur pièces opératoires (rapidement ou bien les pièces doivent être fixées rapidement) ou encore de façon globale, sans recoupes (= biopsie). On utilise des instruments bien tranchants, afin de ne pas écraser les tissus et donc d'éviter la formation d'artefacts (le Scalpel).[4]



Figure 6 : Le prélèvement.[4]

- **La fixation** : a pour but la conservation des structures et le durcissement des pièces. Elle doit se faire immédiatement après le prélèvement, par immersion du matériel dans un grand volume de liquide fixateur. Les liquides fixateurs les plus utilisés sont le formol ou le liquide de Bouin (mélange de formol et d'acide picrique). La durée de la fixation varie selon le volume des prélèvements (de quelques heures pour un petit fragment biopsique à plusieurs semaines pour un cerveau humain entier). [4]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

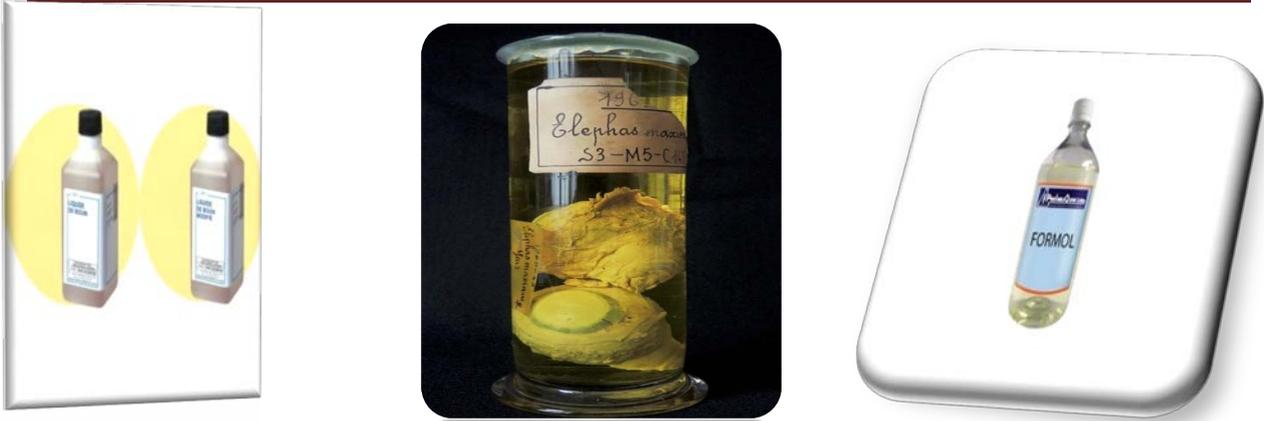


Figure 7 : Les liquides fixateurs.[4]

- **L'inclusion** a pour but de permettre la réalisation de coupes fines et régulières. Le milieu d'inclusion le plus utilisé est la paraffine. Comme la paraffine est hydrophobe, le prélèvement doit d'abord subir une déshydratation (par immersion dans des bains d'alcool de degré croissant puis dans des bains de toluène) avant d'être coulé dans un moule contenant de la paraffine fondue par chauffage et devenue liquide, qui infiltre alors toute la pièce. Après refroidissement, on se trouve en présence d'un bloc de paraffine, dur, à l'intérieur duquel la pièce prélevée est incluse. Dans certains cas, on utilise d'autres milieux d'inclusion (celloïdine, résines plastiques, etc.). [4]



Figure 8 : L'inclusion.[4]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

- **Les coupes** du bloc de paraffine sont faites avec un microtome permettant de réaliser des tranches de section (coupes) de 2 à 5 μm d'épaisseur. Les coupes sont recueillies sur des lames de verre.[4]

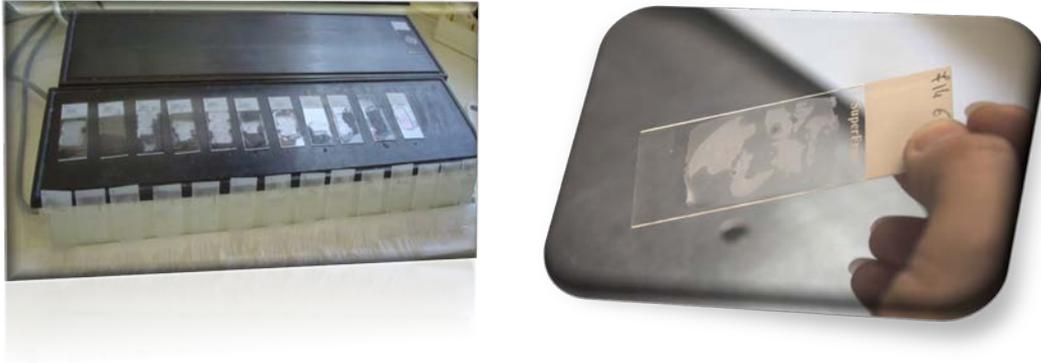


Figure 9 : Les coupes du bloc de paraffine.[4]

- **Les colorations** réalisées sur lames, accentuent les contrastes pour mieux reconnaître les différents éléments de la préparation. Comme les colorants sont en solution aqueuse, les coupes doivent d'abord subir une réhydratation. Celle-ci est effectuée après déparaffinage des coupes (par la chaleur et des bains de toluène) en immergeant les lames dans des bains d'alcool de degré décroissant puis dans l'eau distillée.[4]



Figure 10 : La coloration.[4]

Les colorations de routine utilisent un (hématoéine) ou deux colorants différents : l'Hématoéine-Eosine (H.E.) associe l'hématoéine qui colore les noyaux en violet et l'éosine les cytoplasmes en rose.[4]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

Les colorations tri chromiques usuelles sont l'Hématéine-Eosine-Safran (H.E.S.) par ajout de safran colorant en jaune les fibres de collagène, et le trichrome de Masson (TM) qui associe un colorant nucléaire (hématoxyline), un colorant cytoplasmique et un colorant bleu ou vert colorant les fibres de collagène. De nombreuses colorations spéciales (dites signalétiques) permettent de visualiser différentes structures ou composants des tissus (par exemple, les fibres de réticuline par des colorations argentiques ou les fibres élastiques par l'orcéine). [4]



Figure 11 : Les colorations (Hématoxyline-éosine).[4]

- ✓ **Hématoxyline** :L'hématoxyline est un colorant basique qui donne une couleur bleu ou bleu-noir aux substances acides des cellules et tissus. Ainsi la chromatine des noyaux composée d'acide désoxyribonucléiques se colore en bleu foncé par l'hématoxyline. De même le cytoplasme est coloré plus ou moins intensément en bleu dû aux ribosomes qui contiennent l'acide ribonucléique. Les substances ou structures qui se colorent en bleu par l'hématoxyline sont dites basophiles.

L'hématoxyline est utilisée très couramment dans les laboratoires d'histologie pour les colorations de routine. Elle est souvent associée à l'éosine afin d'obtenir un marquage complet des structures cellulaires. [5]

Il existe maintenant plusieurs hématoxylines dites « modifiée » :

- **Hématoxyline H** : Hématoxyline modifiée selon Harris. Cette hématoxyline est celle qui est la plus utilisée actuellement pour la coloration H&E
- **Hématoxyline M** : Hématoxyline modifiée selon Mayer. Son intensité est plus faible et elle est principalement utilisée pour la contre coloration en immunohistochimie (IHC).

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

- **Hématoxyline ML** : Hématoxyline modifiée selon Mayer-Lillie. Il s'agit d'un réactif de nouvelle génération qui possède une forte intensité.
 - **Hématoxyline G1** : Hématoxyline de Gill. Elle est idéale pour la coloration des cellules caliciformes.
 - **Hématoxyline G2** : Hématoxyline de Gill 2 fois plus concentrée que Hématoxyline G1
 - **Hématoxyline G3** : Hématoxyline de Gill 3 fois plus concentrée que Hématoxyline G1
 - **Hématoxyline W** : Hématoxyline selon Weigert résistante à l'acide.
 - **Hématoxyline PTA** : Pour la différenciation de la fibrine et des fibres musculaires lisses et striées
 - **Hématoxyline CAR** : Hématoxyline modifiée selon Carazzi pour les colorations délicates de noyaux sans coloration des composants cytoplasmiques
 - **Hématoxyline COL** : Hématoxyline modifiée selon Cole. Elle contient de l'iode.
- ✓ **Eosine** : L'éosine est une aniline acide, qui est considérée pour avoir une affinité sélective pour le cytoplasme cellulaire. Au contraire on considère l'hématoxyline comme un colorant basique, qui par conséquent a une affinité avec les éléments acides cellulaires. Comme les noyaux sont formés fondamentalement par des Acides Ribonucléiques, on utilise l'hématoxyline pour les colorer.

Celle-ci est le colorant de base universellement utilisée dans la technique de coloration à Hématoxyline-Éosine, qui fournit des noyaux teints en bleu, (ou presque noir, selon la formule employée) et cytoplasmes rougeâtres. [6]

3.1 Artéfacts de coloration :

La technique histologique est complexe et avec beaucoup d'étapes, une petite erreur en une seule étape, une petite particule, invisible à l'œil nu, nous tendues au cours de l'Assemblée, etc.... ils peuvent causer des effets indésirables, l'apparition de corps étrangers dans la préparation au cours de l'observation au microscope.

Ces phénomènes sont appelés « artéfacts » et l'étudiant doit connaître leur existence et apprendre à les identifier, si l'un d'entre eux trouvé dans ses jours d'étude sous le microscope. Il y a de nombreux artéfacts et variés sur cette photo Carrousel sera ont couvert parmi les plus courantes.

INCLUSIONS : petits éléments, une valeur inestimable en un coup d'œil qu'ils sont ajoutés à la préparation au cours du traitement et sont alors visibles au microscope peuvent être fibres, de petits poils, poussière ou encore des cristaux de colorant.

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

PLIS : Pendant le traitement des coupes, le tissu peut se replier sur elle-même, qui est clairement visible sous un microscope.

BAGUE : Cet appareil est généralement causé par un angle d'incidence incorrect de la lame et est reconnu par la présence de bandes dans le tissu lorsqu'on l'examine sous un microscope.

NICKS : Se produire quand la lame Il a un petit défaut ou un dysfonctionnement sur le bord. Reconnaît que ce défaut entraîne une déchirure linéaire dans le tissu dans le sens de la Cour.

BULLES : Quelques exemples vous pouvez voir petites bulles qui se produisent au milieu de l'installation, généralement en coupes épaisses et support de montage de haute densité. [7]

4. Définition de la lame et la lamelle :

4.1. Lame :

Une lame est une petite plaque de verre utilisée pour poser et maintenir un échantillon préparé pour une observation au microscope . L'échantillon est souvent protégé et maintenu davantage au moyen d'une lamelle placé sur lui.

4.2. Lamelle :

Une lamelle (ou lamelle couvre-objet) est une petite et fine plaque de verre utilisée pour couvrir un échantillon placé sur une lame pour une observation au microscope.

Elle permet d'emprisonner les échantillons liquides en leur donnant une épaisseur régulière et les stabilisant ainsi que d'éviter un contact avec l'échantillon lors de la manipulation de la lame ou lors de l'ajustement du microscope. [8]

5. Le microscope :

Le microscope est un instrument qui permet d'observer des objets trop petit microscopiques, pour être observés à l'œil nu. Le type le plus commun et le premier qui a été inventé est le microscope optique.

Aujourd'hui le microscope est constitué de divers éléments dont la qualité a beaucoup progressé. [9]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

1. Le statif : est le corps de l'appareil qui supporte les divers mécanismes et tubes optiques

2. L'éclairage : est situé à la base de l'appareil.

Pour les modèles d'initiation il s'agit d'un miroir réfléchissant la lumière vers le système optique. Les modèles plus évolués sont quant à eux équipés de lampes au tungstène ou halogènes montées sur un dispositif de variation de l'intensité lumineuse.



Figure12 :le microscope.[9]

3. La tourelle : est un disque mécanique qui comporte plusieurs objectifs de différents grossissements.

4. La platine : est le support sur lequel sont posées les lames de préparations. Elle est équipée de pinces valets dans les modèles de base, ou d'une sur platine à mouvement orthogonal contrôlé par vernier.

5. La tête d'observation : est monoculaire sur les systèmes de base, binoculaire permettant l'observation avec les deux yeux, ou triloculaires permettant d'installer un dispositif de prises de vues (appareil photo ou caméra numérique).

5.1. Le Microscope Optique :



Il s'agit du microscope de base, et il en existe un grand nombre de modèles. Le microscope est composé de différents éléments optiques constitués de lentilles permettant de grossir les sujets à observer. Les préparations sont placées sous l'objectif et éclairées par une source lumineuse pouvant être un miroir ou un système électrique. Les rayons lumineux émis vont agir de différentes façons sur les préparations en fonction de leur source.

Figure 13 : Microscope Nacet.[9]

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOLOGIE

- ✓ La lumière directe : L'objet observé va absorber certaines longueurs d'ondes du spectre lumineux émit par le miroir ou la lampe.
- ✓ Le contraste de phase consiste à provoquer un déphasage des rayons lumineux émis vers la préparation.
- ✓ La fluorescence consiste à émettre de la lumière dans un spectre ayant une longueur d'onde différente de la lumière originale. [9]

5.2. Le Microscope Électronique :

Les microscopes électroniques utilisent des électrons monocinétiques pour la formation des images. Le premier microscope électronique fut réalisé en 1932 par E. Ruska et M. Knoll. Il existe des microscopes à transmission, à balayage, à effet tunnel, et à effet de champ. [10]



Figure 14 : microscope à transmission, microscope à balayage et microscope à effet tunnel.[10]

Conclusion :

Le microscope optique est un type de microscope pour la recherche qui est très populaire. Ce microscope présente des inconvénients, le premier problème majeur avec ce type de microscope est qu'il est très coûteux. La raison en est simplement à cause de la tension qui est nécessaire pour faire fonctionner ces microscopes. Un autre inconvénient majeur des microscopes optiques, c'est que les images au microscope doivent être considérées dans le vide et doivent être considérés dans une pression, environnement peu humide.

C'est pour cela les chercheurs dans ce domaine ont développé la microscopie virtuelle.

Chapitre 02 :
La microscopie
virtuelle

Introduction :

Les inconvénients de microscope optique qui sont cités dans le chapitre précédent ont motivé les chercheurs à inventer le microscope virtuel qui simule par Internet le fonctionnement d'un microscope conventionnel : les coupes peuvent être visualisées en intégralité à plusieurs agrandissements.

Le microscope virtuel vise à faciliter la révision de l'histologie et intègre plusieurs outils d'aide à l'apprentissage, comme les légendes, qui identifient précisément les structures, et les régions d'intérêt, qui attirent l'attention de l'étudiant sur les points-clés de la coupe. De véritables parcours guidés peuvent ainsi être créés. Enfin, il est possible de créer des quiz pour vérifier l'acquisition des connaissances par les étudiants. Certains ont même utilisé la possibilité de capturer des images pour illustrer leurs questions aux enseignants.

1. Définition de microscopie virtuelle :

La microscopie virtuelle est une technologie informatique qui offre la gamme complète de fonctionnalités de microscope traditionnelles, et bien d'autres encore. Pour plus de praticité, un ordinateur est ensuite utilisé pour afficher, parcourir, modifier l'agrandissement et la mise au point à travers la lame virtuelle, de manière rapide et simple. [11]

Le terme microscopie est dérivé du Grec : « mikros » (petit) et « skopeo » (voir). La définition de « virtuel » est « la simulation d'une chose réelle ». La microscopie virtuelle peut donc se définir comme la simulation de la microscopie sur un ordinateur, par opposition à la microscopie réelle avec un microscope optique physique. [12]

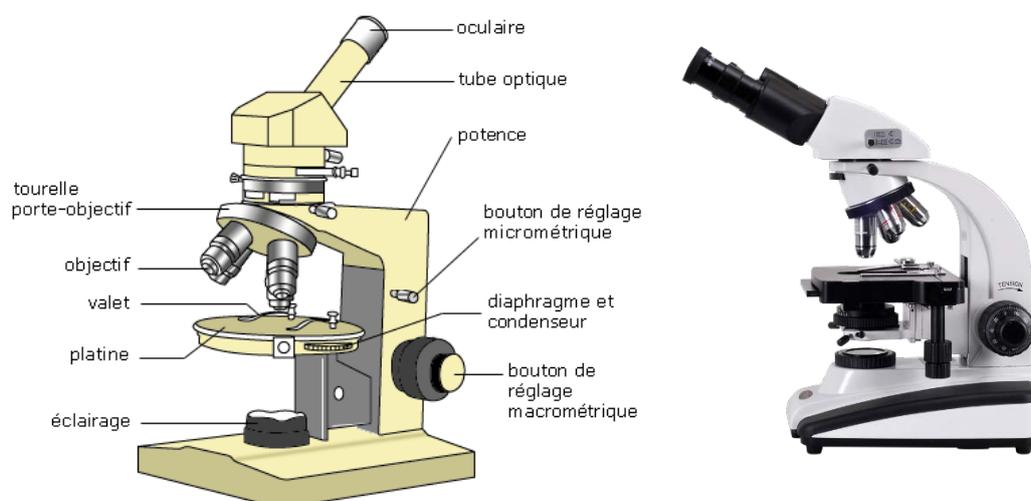


Figure 1 : Le microscope virtuel.[12]

CHAPITRE 02 : LA MICROSCOPIE VIRTUELLE

Parties	Rôles
Oculaire	Permet d'observer l'objet et produit un grossissement initial.
Tube oculaire	Supporte l'oculaire.
Potence	Supporte le microscope.
Tourelle (Revolver porte-objets)	Supporte les objectifs : permet de tourner pour choisir le bon objectif.
Objectifs	Permettent d'agrandir l'image.
Platine	Soutient la lame.
Valets	Maintiennent en place la lame sur la platine.
Lumière (lampe)	Illumine l'objet à observer.
Vis macroscopique	Permet de faire une mise au point grossière de l'objet à observer.
Vis microscopique	Permet de faire une mise au point finale de l'objet à observer.
Diaphragme	Contrôle la qualité de lumière illuminant l'objet.

Tableau 1 : les composants de microscope virtuel.[12]

2. Définition des lames virtuelles :

Les lames virtuelles sont des reproductions numérisées du contenu visuel d'une partie sélectionnée d'une lame ou d'une lame entière (WholeSlide Image ou WSI). Une lame virtuelle est créée par la fusion ou l'assemblage d'une séquence d'images pour obtenir une image panoramique d'une lame.[12]

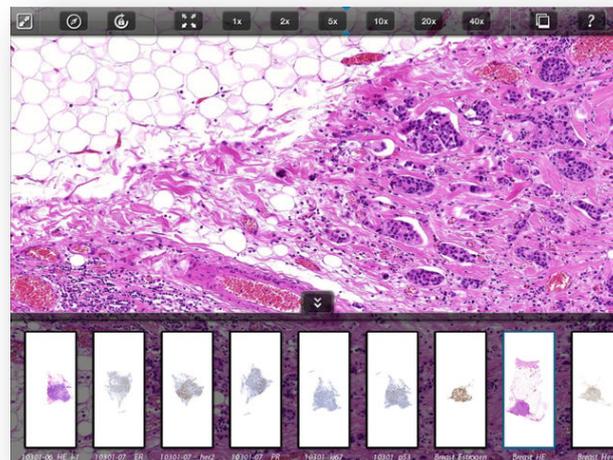


Figure 2 : Les lames virtuelles.[12]

3. La numérisation :

Le microscope virtuel est un outil très puissant qui a cependant limité la grande difficulté pour regarder des lames à plusieurs c'est-à-dire la même lame conçue est visualisée, examinée et pouvant être annotée par de nombreux étudiants. C'est une nouvelle technique qui est apparue vers la fin des années 2000 appelé lame virtuelle, pour cela on va numérisée du contenu optique d'une lame de verre par un système d'acquisition de la microscopie virtuelle.

Ce système est composé d'une platine motorisée en X, Y et Z, d'un objectif de microscope et d'une caméra numérique haute résolution contrôlée par un logiciel d'acquisition. Les lames virtuelles sont des reproductions numérisées du contenu optique d'une lame de verre histologique. Elles sont produites par un scanner. La lecture se fait sur l'écran d'un ordinateur à l'aide d'un système, appelé le viewer, qui reproduit les fonctions d'un microscope. Les applications de cette technologie sont nombreuses : en enseignement, en recherche et en diagnostic.

Historiquement, le premier matériel d'acquisition de LV a été le microscope motorisé. Il conserve les mêmes fonctionnalités qu'un microscope standard, mais il est connecté à une caméra et est contrôlé par ordinateur. La platine sur laquelle est placée la lame se déplace sous l'objectif et une prise de vue est faite par la caméra à chacun des déplacements. Le microscope motorisé offre une grande souplesse d'utilisation, permettant à l'utilisateur de modifier les objectifs, de faire varier la luminosité ou de repositionner la préparation comme avec un microscope classique. Il permet, en outre, d'utiliser facilement un objectif à immersion (grossissement jusqu'à 100x). En revanche, parce qu'il nécessite une recalibration régulière, il est plus adapté à des volumes modérés de lames à numériser.

Plusieurs centaines de lames. Il utilise généralement un objectif 20x avec une grande ouverture numérique permettant une très bonne résolution des images finales. Un doubleur optique peut augmenter encore cette résolution, proche de celle que permettent un objectif 40x. Il est également possible d'installer un véritable objectif 40x, au prix toutefois d'un allongement de la durée de numérisation. Destiné à la seule numérisation des LV, fiable et robuste, il est particulièrement adapté aux utilisateurs ayant des volumes de lames importants et des problématiques de numérisation dédiées et standardisées. [13]

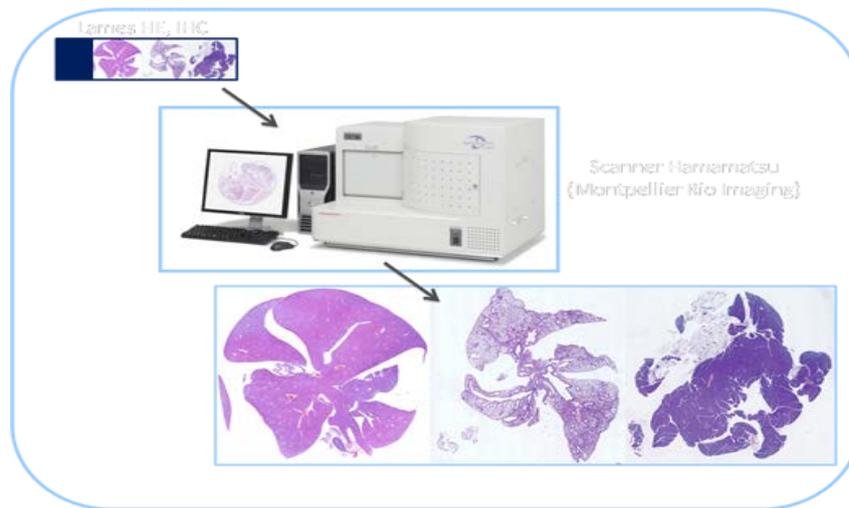


Figure 3 : La numérisation.[13]

4. Principes de la numérisation et formats des images générées :

Quel que soit le système utilisé, la numérisation commence par une prise de vue de l'ensemble de la lame à très faible grossissement, permettant de sélectionner tout ou une partie de la lame à numériser. Les paramètres numériques de l'image, tels que le contraste ou la luminosité, peuvent alors être modulés. L'échantillon étant nécessairement d'épaisseur hétérogène, le système définira alors la cartographie des variations de mise au point de l'objectif. La numérisation proprement dite est ensuite réalisée au grossissement maximal souhaité. Le microscope motorisé prend une série de clichés de champs carrés ou rectangulaires (tuiles) en se déplaçant de zone en zone contiguës, d'un coin de la lame au coin opposé. Le scanner quant à lui numérise de longues bandes rectangulaires contiguës d'un coin de la lame ou de la région d'intérêt sélectionnée au coin opposé. Ces séries de fichiers sont assemblées en une image de dimension maximale.

Le logiciel génère ensuite les grossissements intermédiaires à partir de l'image la plus détaillée grâce à des algorithmes de redimensionnement. Cette image produite est dite pyramidale, c'est-à-dire composée de plusieurs fichiers ou régions d'intérêt, chacun étant désigné par des coordonnées (X, Y, Z, G) désignant à la fois l'emplacement dans l'image (en largeur, longueur et hauteur ; X, Y et Z) et le grossissement (G).

Toutefois, le système peut également générer une seule image « plate » de format usuel (bmp, tif, jpeg, etc.) en deux dimensions en assemblant les tuiles acquises pour un grossissement donné. La durée de la numérisation et la taille du fichier généré sont proportionnelles à la surface à numériser, au nombre de plans focaux et au grossissement choisi : à titre d'exemple, une lame qui comporte un échantillon de 20 mm × 15 mm sera

CHAPITRE 02 : LA MICROSCOPIE VIRTUELLE

numérisée avec un objectif 40x en 5 à 10 min. En fonction de la compression choisie, elle occupera entre 1 et 10 giga octets (Go) pour une définition de l'ordre du giga pixels (10⁹ pixels). [13]

5. La visualisation :

Chaque système d'acquisition de LV s'accompagne de logiciels de visualisation (viewer) locaux et distants qui permettent de naviguer dans la lame à différents grossissements.

Le viewer peut être installé localement sur l'ordinateur de l'utilisateur et permet de regarder une LV elle aussi stockée localement. Un viewer installé localement peut également se connecter à un serveur distant qui lui transmet des flux d'images à travers le réseau. Enfin, la visualisation peut être faite en se connectant à une application web avec un navigateur internet usuel.

Il y a trois priorités pour les logiciels de visualisation : la qualité des images, la rapidité de leur affichage et la compatibilité avec les ordinateurs ou périphériques utilisés. Une visualisation sans perte d'information par la résolution de la fenêtre d'affichage à l'écran et du nombre d'utilisateurs connectés au système. La bande passante requise pour visualiser les LV s'accommode d'une connexion ADSL (asymétric digital subscriber line) usuelle (10 mégabits par seconde [Mbps]). Enfin, la plupart des viewers sont compatibles avec la majorité des systèmes d'exploitation existants. [13]



Figure 4 : Logiciel de visualisation viewer.[13]

5.1. Fonctionnalités avancées :

La pièce principale de logiciel viewer est la visionneuse de la lame virtuelle qui permet non seulement de regarder l'échantillon mais faire également plusieurs opérations pour augmenter l'intérêt pédagogique ou diagnostique de la lame. Parmi ceux-ci :

- Dès lors qu'il s'agit de gérer un grand nombre d'images, les viewers sont intégrés à des plateformes de gestion où les utilisateurs peuvent grouper les images par dossiers et par mots clés. Ils peuvent alors les partager de manière publique ou avec d'autres utilisateurs préalablement enregistrés.
- On peut évoquer la possibilité d'adjoindre des métadonnées, telles que des annotations ou des commentaires.
- Il est également possible de dépasser les limites du grossissement optique du microscope ou du scanner avec un zoom numérique.
- Un système multifenêtre permet de voir plusieurs lames simultanément : leur déplacement synchronisé est très utile pour observer plusieurs colorations différentes sur des champs identiques ou également pour l'analyse de TMA (tissu microarray).
- Outre les déplacements horizontaux et verticaux, il est possible d'effectuer des rotations ou d'afficher différents plans focaux sur une zone donnée.
- On peut également citer les projets de visualisation ultra-rapide des LV sur écran géant, ou en trois dimensions grâce à la numérisation de centaines de coupes tissulaires successives pour explorer l'image produite dans son épaisseur. Ce type d'analyse permet de rendre compte du volume des structures analysées par le pathologiste, et non simplement de leur surface.

Enfin, ces fonctionnalités peuvent être complétées par des logiciels d'aide au diagnostic grâce à des outils d'analyse d'image, tels que le comptage automatique des noyaux de cellules présents sur la lame ou la mesure des surfaces de tissus.

6. L'enseignement avec des lames virtuelles :

Depuis une dizaine d'années l'enseignement avec les lames virtuelles existe, cela consiste à transformer la lame de verre en une lame numérique, on peut visualiser cette lame sur ordinateur ou tablette, il est même possible de la mettre en ligne. En mettant ces lames virtuelles sur un serveur en faisant la gestion à travers un logiciel ,cela permettra d'adapter de nouvelles méthodes à la pédagogie car les annotations et le légendage des lames ,le déplacement synchronisé des lames sur nombreux postes dans les salles de TP et la visualisation des lames sur ordinateur .Ainsi les étudiants peuvent interagir individuellement ou collectivement ,cela dépend de la problématique ,ils ont la possibilité d'annoter les images de répondre à des QCM ou de réaliser des réponses illustrés. Ces fonctionnalités sont applicables pendant les cours lors de dirigés ou encore pendant un examen. Elles sont même possibles aux étudiants qui réalisent les TP chez eux. Ces cas pratiques ont pour objet l'évaluation des compétences des médecins et de leurs assurer un enseignement dynamique et interactif.



Figure 5 : L'enseignement avec les lames virtuelles.[14]

8. Avantages et inconvénients de l'enseignement par lames virtuelles :

8.1. Les avantages :

Actuellement, les étudiants de médecine en histologie ont peu numérisé les lames de verre qui sont désormais virtuelles et accessibles sur ordinateur, ce qui présente des avantages en plusieurs termes :

- ✓ Les lames sont accessibles depuis de nombreux lieux, permettant aux étudiants de travailler chez eux et aux médecins en formation continue (installés souvent à distance d'un centre universitaire) de se former.
- ✓ L'étudiant est en effet possible de zoomer sur des détails peu visibles au microscope et d'annoter les lames pour en faciliter la compréhension.
- ✓ Le temps d'enseignement présentiel est ainsi optimisé.
- ✓ Ces lames virtuelles sont pérennes, alors que les lames de verre sont cassables et doivent être régulièrement remplacées.
- ✓ La sélection des exemples de pathologie est simple car il n'y a plus besoin de sortir plusieurs blocs de paraffine pour préparer 150 ou 200 coupes sur lames de verre. Il suffit d'une seule lame de verre comportant une lésion démonstrative pour générer autant de lames virtuelles que nécessaire.
- ✓ L'intérêt économique est aussi non négligeable : économie de temps dans l'emploi de techniciens, économie d'achat et de maintenance des microscopes remplacés par un équipement informatique partagé avec toutes les autres disciplines.
- ✓ L'intérêt le plus important est pédagogique car c'est la même lame qui est examinée et peut être annotée par tous. Ainsi, l'interactivité entre étudiants et enseignants est augmentée, l'enseignant pouvant suivre le déplacement, et donc le raisonnement, de l'étudiant sur la lame virtuelle.
- ✓ La lame virtuelle peut s'intégrer dans des dossiers multimédias associant photographies cliniques, radiologies, et éventuellement des films (endoscopie, etc.).
- ✓ Les étudiants sont beaucoup plus familiers avec l'utilisation d'un ordinateur qu'avec le maniement d'un microscope, et redécouvrent avec enthousiasme notre spécialité médicale qui devient plus attractive.
- ✓ Pour les enseignants, cet outil a eu un effet souvent fédérateur car il les amène à repenser leurs méthodes pédagogiques.
- ✓ Il permet un partage de dossiers et de lames virtuelles entre plusieurs universités. [15]

8.2.Les inconvénients :

- ✓ L'inconvénient principal est le temps passé par l'enseignant à la mise en ligne de dossiers pédagogiques de qualité : du choix de la lésion instructive à la conception du dossier en passant par la réalisation de coupes de qualité, leur numérisation et leurs annotations.
- ✓ Le temps passé à la gestion du site est également contraignant.
- ✓ La numérisation nécessite d'acquérir un scanner de lames dont le coût est non négligeable, mais qui peut être partagé entre plusieurs équipes. Avec cet outil, il est assez simple de numériser des quantités importantes de lames et les mettre en ligne.
- ✓ Il est plus difficile de les intégrer dans des dossiers anatomocliniques de qualité et de les rendre accessibles de façon adaptée selon des critères de niveau d'étude, de type d'organe, de type de lésion, etc.
- ✓ L'analyse d'une lame est difficile au microscope pour un non-pathologiste, celle d'une lame numérisée ne va pas de soi et doit être accompagnée par l'enseignant.
- ✓ Les autres inconvénients sont liés au type de prélèvement : la cytologie est plus difficile à analyser sur LV, les LV d'hémo pathologie n'ont pas toujours une qualité suffisante au fort grandissement et leur analyse nécessite l'utilisation en parallèle de nombreuses lames d'immunohistochimie.
- ✓ La difficulté d'accès aux LV dans certains hôpitaux où les protections informatiques sont telles qu'il est difficile d'utiliser un système comme Java, une bande passante peu performante ou un serveur de LV peu conséquent.[15]

9. Etat de l'art :

9.1. Olympus VS110 : un système de lames virtuelles multi-applications :

Olympus vient de lancer une nouvelle version optimisée de son système d'imagerie virtuelle, dotSlide. Cette nouvelle version VS110 parvient à combiner parfaitement les techniques de la microscopie et de l'imagerie pour créer une lame virtuelle reproduisant à l'identique l'échantillon d'origine. La numérisation en haute résolution génère une image globale de l'échantillon qu'il est possible d'observer et d'analyser du micro au macro d'un simple zoom. Tous les échantillons peuvent ainsi être évalués de manière instantanée et simultanée n'importe où dans le monde, dès lors qu'ils sont stockés électroniquement sur un serveur central. Le VS110 répond parfaitement aux besoins de nombreux domaines d'applications, dont le diagnostic pathologique, la recherche et l'éducation.

La microscopie virtuelle mise en œuvre par le VS110 permet de partager en temps réel les données issues d'une seule et même lame avec une multitude de professionnels à travers le monde entier. Tous les utilisateurs sont ainsi en mesure d'examiner le même échantillon, tout en ayant la possibilité d'en régler la position et l'agrandissement à leur convenance, comme ils le feraient avec une véritable lame. Cette capacité d'acquisition virtuelle de lames complètes en haute résolution et en affichage macroscopique offre un nombre considérable d'avantages aussi bien pour les pathologistes et les chercheurs que les étudiants en formation professionnelle lorsqu'ils procèdent au diagnostic, à l'analyse et à l'archivage d'échantillons à débattre, que ce soit à distance ou via des conférences en ligne.

Avec sa technologie modulable, le VS110 s'adapte aussi bien à l'ensemble des applications cliniques qu'aux différents domaines de l'enseignement. Les limites de la microscopie et de la télé pathologie numériques conventionnelles sont sans cesse repoussées puisque les utilisateurs peuvent désormais agir sur la taille et la résolution des images à débattre et se concerter à toute heure et n'importe où. Il est ainsi possible, par exemple, d'accéder à distance à des lames virtuelles tout en disposant de fonctionnalités analogues à celles d'un microscope, sans pour autant recourir à l'instrument lui-même ; une application idéale pour un tuteur travaillant avec un groupe d'étudiants. Les utilisateurs peuvent par ailleurs observer et analyser des vues d'ensemble macroscopiques de lames qu'un microscope traditionnel ne pourrait tout simplement pas rendre.

Dans le domaine de la recherche en sciences de la vie, le VS110 offre d'excellents résultats pour l'analyse approfondie d'images ou encore la documentation spectaculaire de coupes tissulaires, de cultures cellulaires et même de puces tissulaires.

CHAPITRE 02 : LA MICROSCOPIE VIRTUELLE

Tous les composants du système VS100 sont conçus pour interagir parfaitement, afin d'offrir un système d'analyse à haute vitesse entièrement automatisé, incroyablement flexible et facile à manipuler. Les utilisateurs ont ainsi la garantie d'obtenir les meilleurs résultats, quel que soit le type d'échantillon analysé, et ce à moindre effort. Soutenu par une véritable architecture client-serveur, le Net Image Server SQL destiné au système VS110 d'Olympus est une application de gestion et de stockage de données spécifiquement développée pour la microscopie. Ce serveur, en sus de la plateforme VS110, aide l'utilisateur à conserver tous ses fichiers dans une structure claire pour une gestion simplifiée et un partage optimal des images et des données. [16]

9.2. Axio Scan.Z1 :

- ❖ Axio Scan.Z1 est livré avec ZEN Lite, un logiciel d'édition et de visualisation des lames virtuelles.
- ❖ Une qualité d'image remarquable, même pour la microscopie virtuelle la plus exigeante.
- ❖ Numérisez vos échantillons et créer des **lames virtuelles** de qualité supérieure de façon fiable et reproductible – avec Axio Scan.Z1. Les composants à très haute qualité ZEISS garantissent l'excellence de vos images et produisent des lames virtuelles d'un très haut niveau de qualité constant, même lorsque vous enregistrez des images de fluorescence à une vitesse jusqu'à présent inégalée.
- ❖ Hautement automatisé et simple à utiliser, Axio Scan.Z1 aborde les tâches les plus exigeantes de la **microscopie virtuelle** aussi facilement qu'il gère votre travail de routine. Le module logiciel ZEN slidescan est spécifiquement conçu pour les opérations de capture de lames virtuelles, pendant que les outils d'analyse d'images ZEN préparent vos données avec précision.
- ❖ Organisez vos lames virtuelles avec le navigateur ZEN browser, la base de données sur le Web, puis visualisez vos données depuis n'importe quel endroit en utilisant n'importe quel système d'exploitation – ou partagez vos images de microscopie virtuelle en ligne avec vos collègues et organisez vos projets, même lorsque vous êtes en déplacement. [17]

Axio Scan.Z1 est à auto-calibration, facilement évolutif et garantit une reproductibilité fiable à tout moment.



Figure 6 : Axio Scan.Z1.[17]

- Points essentiels de la microscopie virtuelle Axio Scan.Z1 :
- Numérisez jusqu'à neuf canaux de fluorescence en parallèle
 - Trois disques filtrants synchronisés à grande vitesse pour l'excitation, la séparation des couleurs et l'émission peuvent changer de canal en moins de 40 millisecondes
 - Des caméras sensibles, une optique fortement corrigée et des sources de lumière optimisées pour une qualité d'image exceptionnelle dans vos lames virtuelles et avec des temps d'exposition courts
 - La source de lumière Colibri.2 LED traite vos échantillons de microscopie virtuelle avec le plus grand soin
 - Commutez les longueurs d'onde d'excitation en quelques millisecondes
 - Aucun composant mécanique ne se déplace dans le trajet du faisceau optique lorsque vous utilisez les ensembles de filtrage tri bande et quadri bande pour la microscopie virtuelle
 - La calibration automatique, depuis la géométrie jusqu'à la couleur, reproduit les lames virtuelles avec précision et les rend compatibles entre les systèmes
 - Choisissez le nombre de lames virtuelles, les modes de détection et le type de caméra dont vous avez besoin et équipez votre Axio Scan.Z1 en fonction de vos besoins
 - Concept de plateau modulaire – la construction du plateau vous offre une liberté maximale avec de larges tolérances, avec la capacité de numériser des lames virtuelles de 26 mm x 76 mm et de 52 mm x 76 mm

CHAPITRE 02 : LA MICROSCOPIE VIRTUELLE

- Accédez à tous les réglages avec la facilité d'utilisation à partir des profils automatisés et surveillés
- Stocke automatiquement les métadonnées avec vos lames virtuelles, ce qui vous permet de récupérer un enregistrement de toutes vos opérations de microscopie virtuelle d'un simple clic.
- Permet d'utiliser l'écran d'aperçu pour naviguer dans les régions d'intérêts et retrouver à tout moment les zones utiles.
- Annotez les lames virtuelles en fonction des besoins avec des cercles, des rectangles, des lignes, des flèches, du texte, des contours et des profils.
- Comparez jusqu'à 16 lames virtuelles, puis liez-les pour la navigation, créant – par exemple – une méthode de comparaison directe avec des coupes sériées. [18]

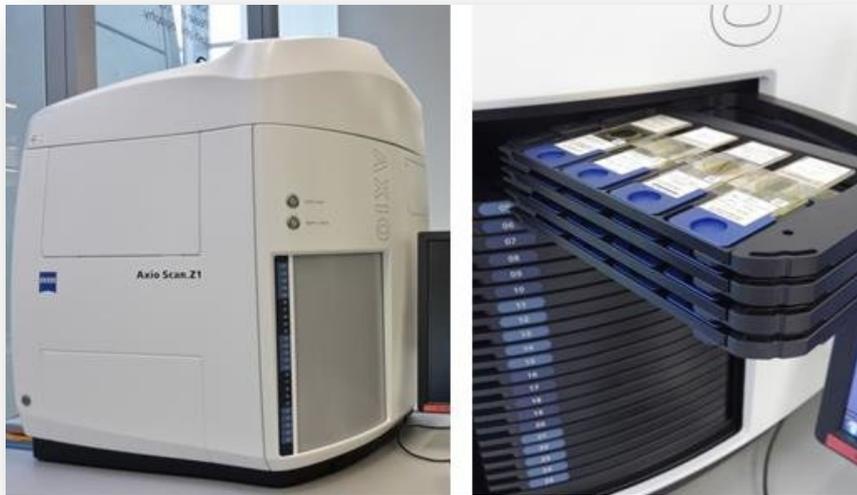


Figure 7 : Axio Scan.Z1.[18]

9.3. Sakai :

Sakai est la plateforme d'enseignement de l'UPMC (Promouvoir les logiciels Utiles Maîtrisés et Economique dans l'enseignement Supérieur et la Recherche). C'est un outil Open Source, développé initialement aux Etats-Unis, disponible maintenant dans 20 langues différentes. Logiciel validé par la communauté ESR en 06/01/2014 et leur version évalué 2.9.3. [19]

Une plateforme d'enseignement est un dispositif d'enseignement en ligne offrant un environnement interactif d'apprentissage pour la mise en œuvre d'un scénario pédagogique, l'organisation et la construction d'un cours personnalisé.

➤ **Un moyen de communiquer supplémentaire entre les enseignants et leurs étudiants :**

- Les enseignants disposent dans Sakai de tout un éventail d'outils interactifs et pédagogiques.
- L'enseignant peut, bien sûr, mettre des documents en ligne, mais aussi organiser, construire un parcours pédagogique en incluant des conseils de travail.
- Le professeur met en place ces outils pour ses étudiants, selon ses besoins.



Figure 8 : Sakai.[19]

Sakai offre de nombreux outils de communication : messagerie, chat, forums, un wiki, etc.

- Il est possible d'organiser les devoirs que l'on donne, de construire des questionnaires en ligne variés.
- **Seuls les étudiants inscrits au cours par leur enseignant et authentifiés y auront accès.[19]**

➤ **ESPACE COLLABORATIF :**

L'utilisation de Sakai en tant qu'espace collaboratif peut concerner l'ensemble des personnels de l'UPMC : projets de recherche, partage sécurisé de documents, etc... La configuration est légèrement différente. Les outils purement pédagogiques ne sont pas disponibles dans cette configuration. [20]



Figure 9 : La plateforme Sakai.[20]

9.4. Moodle :

Moodle est une plateforme d'apprentissage en ligne servant à créer des communautés d'apprenants autour de contenus et d'activités pédagogiques, développé par Martin Dougiamas. Première version en 2001 et la dernière version 3.4 (13 Novembre 2017). [21]

Les membres d'un cours ont accès aux activités suivantes si l'enseignant les a sélectionnées :

- ✓ Forum : différents types de forums (sujets imposés par l'enseignant, sujets proposés par les étudiants, évaluation ou commentaire possibles, etc.).
- ✓ Devoir : remise de travaux avec évaluation de l'enseignant (de différents types : texte en ligne, dépôt de fichier, dépôt avancé de fichiers, activité hors ligne).
- ✓ Test : suite QCM, de questions vrai/faux, questions numériques, appariements, textes à trous, etc.
- ✓ Leçon : document comprenant des questions et des aiguillages vers des parcours différents en fonction des réponses (évaluation possible).

Les principales nouvelles fonctionnalités des versions 2.x sont :

- ✓ Le "glisser/déposer" de fichiers dans l'espace de cours, ce qui évite les X étapes qui étaient nécessaires auparavant,
- ✓ L'espace de fichiers personnels qui offre l'opportunité de ne pas dupliquer un support sur tous ses cours, mais au contraire d'utiliser son espace de stockage propre à partir duquel on crée des liens dans ses cours,

Ces activités sont paramétrables par l'enseignant. [22]



Figure 10 : La plateforme Moodle.[22]

9.5. Microscope virtuel NYU :

Le microscope virtuel NYU est un nouvel outil d'éducation médicale créé par l'Institute for Innovations in Medical Education pour afficher, annoter et parcourir plus de 1 500 diapositives d'histologie et de pathologie numériques.

Construit à l'aide d'un moteur de cartographie open-source, le microscope virtuel offre aux étudiants et aux professeurs un système facile à utiliser pour l'apprentissage collaboratif de la santé et des maladies au niveau cellulaire. Le microscope virtuel prend en charge les annotations des apprenants, le contenu intégré du manuel de laboratoire et les liens vers nos autres technologies d'apprentissage. [23]

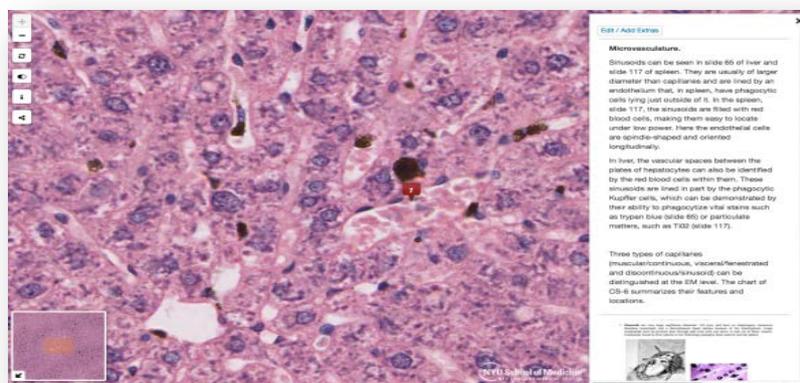


Figure 11 : Microscope virtuel NYU.[23]

9.6. NDP.VIEW :

HISTALIM est une société spécialisée dans la prestation de services en histologie. Le laboratoire fondé en 2005 est localisé à Montpellier. Développée l'application NDP.VIEW. [24]

La lecture des lames peut être effectuée depuis n'importe quel ordinateur (PC ou Mac)

Après avoir téléchargé l'application gratuitement qui permet de :

- Déplacez-vous intuitivement au sein de l'image.

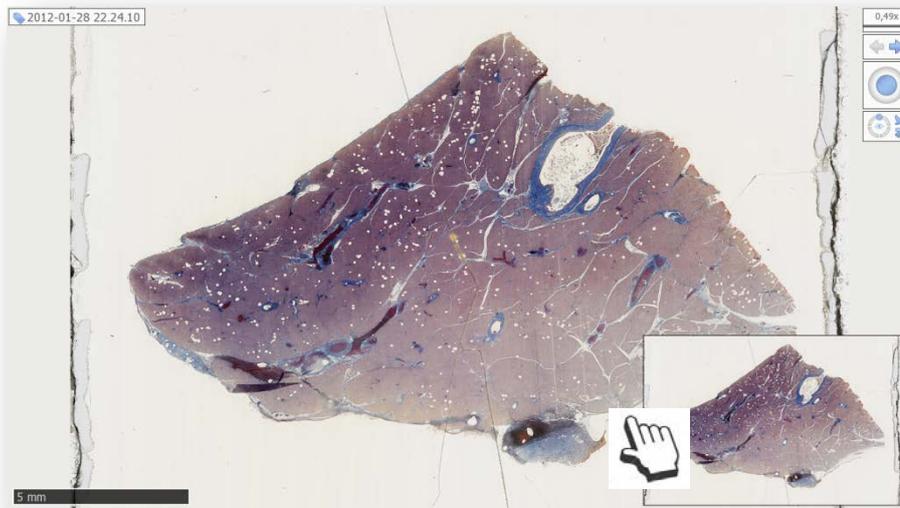


Figure 12 : Microscope virtuel NYU

- Zoomez et dézoomez pour vous placer à l'échelle souhaitée.



Figure 13 : le zoom en NDP.VIEW

CHAPITRE 02 : LA MICROSCOPIE VIRTUELLE

- Partagez avec les collaborateurs des annotations et des commentaires.

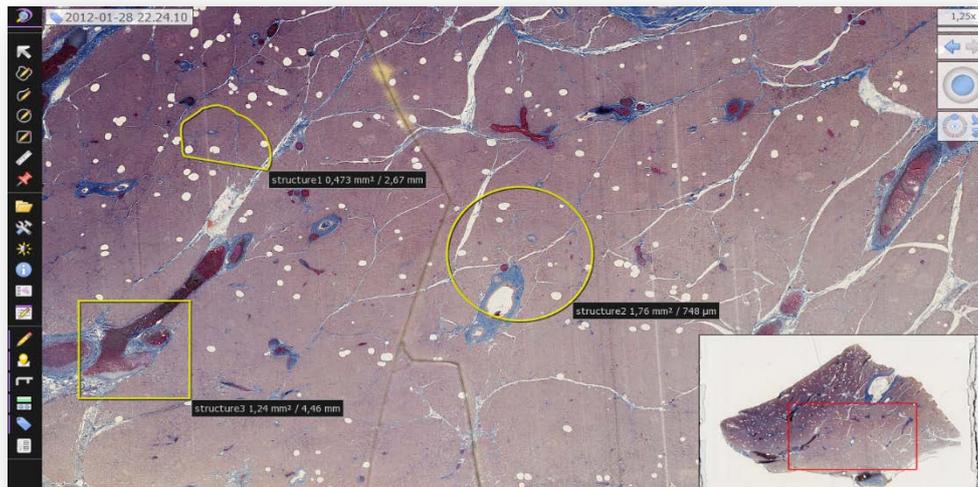


Figure 14 : L'annotations et les commentaires en NDP.VIEW

- Mesurez rapidement et avec fiabilité des distances et des surfaces.

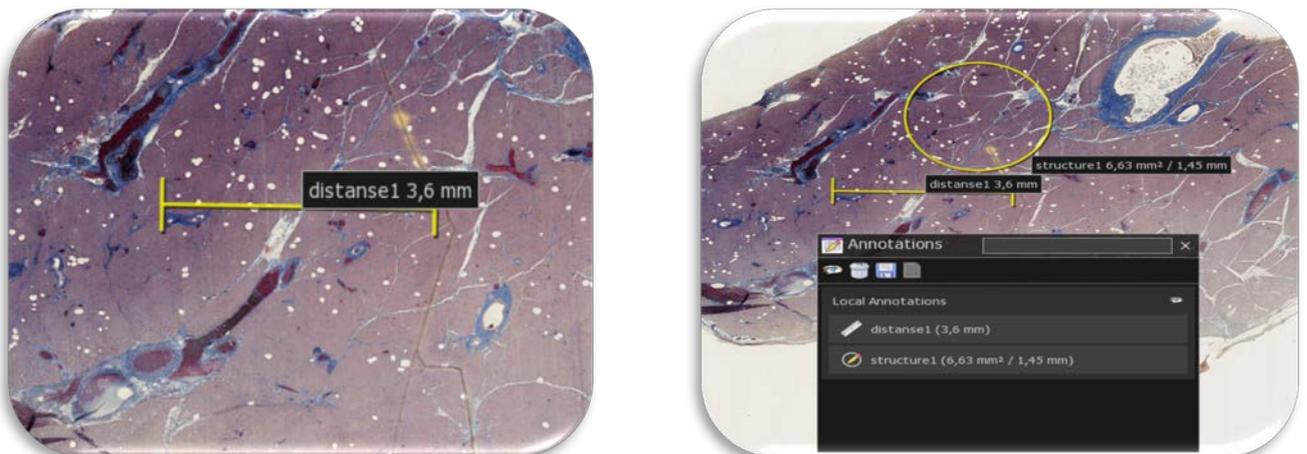


Figure 15 : les mesures en NDP.VIEW

- Des informations sur les images.

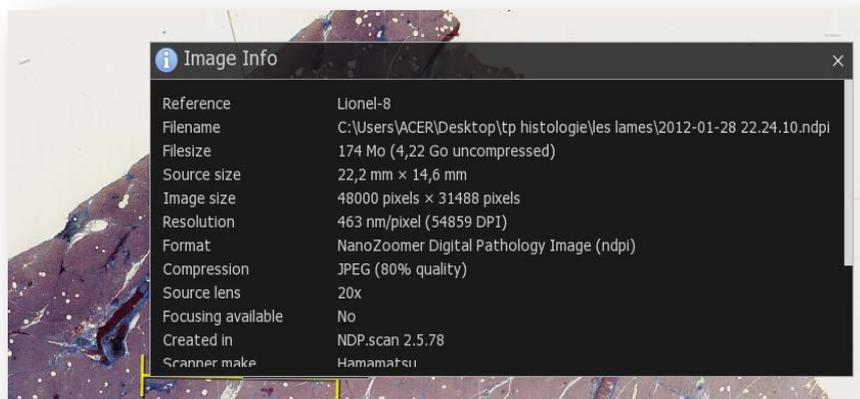


Figure 16 : Cadre d'information en NDP.VIEW

9.7. Scanner de lame Nanozoomer HAMAMATSU :

Les lames virtuelles sont des reproductions numérisées du contenu optique d'une lame de verre histologique. Elles sont produites par un scanner.

Il est possible de charger dans le scanner de lames Nano zoomer HAMAMATSU jusqu'à 210 lames et leur numérisation peut s'effectuer à la fois en fond clair, mais aussi en fluorescence.

C'est à l'utilisateur de numériser ses propres lames. Pour cela, il suffit de prendre contact avec les responsables de la plate-forme pour convenir d'une date de formation à l'utilisation duscannerdelame. [25]



Figure 17 : Scanner de lames Nano zoomer.[25]

CHAPITRE 02 : LA MICROSCOPIE VIRTUELLE

- La série Nano Zoomer est une famille de scanners de diapositives complètes qui numérisent rapidement des lames de verre pour les convertir en données numériques.
- Le Nano Zoomer S360 est le dernier modèle haut débit, prend en charge l'imagerie à champ clair et à la fluorescence. En outre, il prend en charge les diapositives double taille. Idéal pour une utilisation dans les hôpitaux et les laboratoires cliniques.

9.8. CaloPix :

CaloPix est la solution logicielle la plus performante pour la gestion de l'ensemble des images de microscopie et de macroscopie produites par un laboratoire de pathologie, d'hématologie ou d'histologie.

Intégré au Système de Gestion du Laboratoire et fonctionnant en réseau autour d'une base de données, CaloPix favorise une meilleure gestion de la charge de travail et donc une productivité accrue. Connecté au réseau d'imagerie et aux serveurs de partage TeleSlide, cette solution garantit une circulation optimale de l'information tant avec les différents collaborateurs qu'avec homologues afin de faciliter la communication. Développé pour répondre aux besoins du pathologiste et du biologiste, CaloPix propose une multitude d'outils d'analyse et d'aide au diagnostic toujours plus précis.

La version 3.2.0 de CaloPix. Il s'agit d'une version majeure, fruit d'un an de travail et qui apporte des améliorations très significatives tant dans la gestion du flux de travail du quotidien que dans la réalisation d'analyses d'images complexes. L'interface graphique a été optimisée et simplifiée, l'accès à l'information et aux lames virtuelles est accéléré et l'expérience utilisateur améliorée. [26]

Nombreuses fonctionnalités ont été enrichies et ajoutées, parmi lesquelles :

- Mise au point d'un nouvel outil de navigation dans les lames et prises en compte des écrans tactiles
- Nouvel algorithme d'analyse des lames CISH, FISH et RNA Scope
- Extension de l'approche machine learning sur l'algorithme d'analyse cellulaire Cells Recognition
- Possibilité d'enchaîner plusieurs macros sur une série de lames en un clic
- Amélioration de l'outil de suivi des tâches avec la gestion des priorités et des erreurs
- Ajout des formats Sakura et Perkin Elmer
- Impression paramétrable d'une série d'images.[26]



Figure 18 : CaloPix.[26]

Conclusion :

On peut reconnaître à la microscopie virtuelle certains avantages par rapport à la microscopie optique, nous les résumons dans ce qui suit :

- ✓ En un clic, on passe de la vue d'ensemble - qui aide à comprendre l'organisation générale des organes - aux détails de chaque cellule. Le Microscope Virtuel permet de diffuser largement des spécimens rares ou difficiles à conserver.
- ✓ Il représente un support d'enseignement potentiellement utile aux pays défavorisés, où l'accès au matériel d'histologie n'est pas aisé.
- ✓ Plus d'une centaine de coupes histologiques sont aujourd'hui disponibles.

Le microscope virtuel ne s'agit pas de remplacer le microscope, mais bien de le compléter.

Chapitre 03 :

Outils de développement et Implémentation

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Introduction :

Ce chapitre est une entrée en matière qui a pour objectif de nous présenter l'application à laquelle nous sommes parvenus ainsi que notre contribution personnelle aussi. Nous vous expliquerons comment notre plateforme est fonctionnée en décrivant les interactions entre les différents composants et leurs rôles, outre plus sa structure. Là encore, nous présentons les tables de la base de données implémentée, après nous allons survoler sur certains outils informatiques qui constituent l'environnement de développement de l'application. Ensuite, nous vous donnerons quelques captures expliquant chaque partie de notre plateforme.

1. Qu'est-ce qu'un site web :

Un site web est un ensemble de fichiers HTML stockés sur un ordinateur connecté en permanence à internet et hébergeant les pages web (serveur web).

Un site web est habituellement architecturé autour d'une page centrale, appelé « page d'accueil » et proposant des liens vers un ensemble d'autres pages hébergées sur le même serveur, et parfois des liens dits « externes », c'est-à-dire de pages hébergées par un autre serveur.

Ce qui fait le succès du site Web aujourd'hui, c'est à la fois sa simplicité et sa facilité d'accès, et dans ce domaine on distingue deux différents sites :

Les sites statiques et dynamiques on considère qu'il existe deux types de sites web : les sites statiques et les sites dynamiques. [27]

Les sites statiques : ce sont des sites réalisés uniquement à l'aide des langages HTML et CSS. Ils fonctionnent très bien mais leur contenu ne peut pas être mis à jour automatiquement : il faut que le propriétaire du site modifie le code source pour y ajouter des nouveautés. Ce n'est pas très pratique quand on doit mettre à jour son site plusieurs fois dans la même journée. Les sites statiques sont donc bien adaptés pour réaliser des sites « vitrine », pour présenter par exemple son entreprise, mais sans aller plus loin. Ce type de site se fait de plus en plus rare aujourd'hui, car dès que l'on rajoute un élément d'interaction (comme un formulaire de contact), on ne parle plus de site statique mais de site dynamique.

Les sites dynamiques : plus complexes, ils utilisent d'autres langages de HTML et CSS, tels que PHP et MYSQL. Le contenu de ces sites web est « dynamique » parce qu'il peut changer sans l'intervention .la plupart des sites web que visitez aujourd'hui, sont des sites dynamiques. Le seul pré requis pour apprendre à créer ce type de sites est déjà savoir réaliser des sites statiques en HTML et CSS.[27]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

1.1. Comment fonctionne un site web ?

Lorsque vous voulez visiter un site web, vous tapez son adresse dans votre navigateur web, que ce soit Mozilla ,Firefox, Internet Explorer, Opéra ...

Mais ne vous êtes-vous jamais demandé comment faisait la page web pour arriver jusqu'à vous ?

Il faut savoir qu'Internet est un réseau composé d'ordinateurs. Ceux-ci peuvent être classés en deux catégories.

Les clients : ce sont les ordinateurs des internautes comme vous. Votre ordinateur fait donc partie de la catégorie des clients. Chaque client représente un visiteur d'un site web. Dans les schémas qui vont suivre, l'ordinateur d'un client sera représenté par l'image suivante.

Les serveurs : ce sont des ordinateurs puissants qui stockent et délivrent des sites web aux internautes, c'est-à-dire aux clients. la plupart des internautes n'ont jamais vu un serveur de leur vie. Pourtant, les serveurs sont indispensables au bon fonctionnement du web.[27]

Un modèle client-serveur sera représenté par l'image de la figure suivante :



Figure 1 : Modèle de client-serveur.[28]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

- **Un site statique :**

Lorsque le site est statique, le serveur stocke des pages web et les envoie aux clients qui les demandent sans les modifier.

- **Un site dynamique :**

Lorsque le site est dynamique, il y a une étape intermédiaire : la page est générée.

Le client demande au serveur à voir une page web ;

Le serveur prépare la page spécialement pour le client ;

Le serveur lui envoie la page qu'il vient de générer.

La page web est générée à chaque fois qu'un client la réclame. C'est précisément ce qui rend les sites dynamiques vivants : le contenu d'une même page peut changer d'un instant à l'autre.

- **HTML et CSS :**

De nombreux langages ont été créés pour produire des sites web. Deux d'entre eux constituent une base incontournable

HTML (HyperText MarkupLanguage) : il a fait son apparition dès 1991 lors du lancement du web. Son rôle est de gérer et organiser le contenu. C'est donc en HTML que vous écrivez ce qui doit être affiché sur la page : du texte, des liens, des images...

CSS (Cascading Style Sheets , aussi appelées Feuilles de style) : le rôle du CSS est de gérer l'apparence de la page web (agencement, positionnement, décoration, couleurs, taille du texte...). ce langage est venu compléter le HTML en 1996.[27]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

2. Environnement matériel :

Notre objectif est de mettre en œuvre une application d'une manière évolutive, constituée d'un serveur utilisant une base de données pour tous ses objets. Ce serveur doit offrir un ensemble des services capables d'assurer le suivi des tâches et la communication entre acteurs, pour cela nous avons optés pour les choix suivants :

2.1. Base d'images Histologiques :

La première étape de notre travail de PFE fut l'acquisition de la base d'images Histologiques à la fac de médecine, équipe du laboratoire du Faculté de médecine Université Abou Baker Belkaid - Tlemcen :

- Dr : F. TALEB ; Chef de service d'histologie Embryologie et génétique clinique –CHU Tlemcen.
- Dr : Y. KHERRAF ; Maitre Assistante en Histologie Embryologie et génétique clinique –CHU Tlemcen.
- Dr : N. BENZAZOUA ; Médecin Spécialiste Histologie Embryologie et génétique clinique –CHU Tlemcen.
- M : KAZI TANI ; Technicien de laboratoire à la faculté de médecine.
- Dr : S. OMARI ; Médecin Résidente en Histologie Embryologie et génétique clinique – CHU Tlemcen.
- Dr : F. CHIRIFI ; Médecin Résidente en Histologie Embryologie et génétique clinique – CHU Tlemcen.
- Dr : I. LAOUFI ; Médecin Résidente en Histologie Embryologie et génétique clinique – CHU Tlemcen.

Dans un premier temps, nous présentons le microscope OLYMPUS CX41 qui offre un excellent rapport coût/efficacité parfaitement adapté à toutes les applications d'observation et de formation dans le domaine de la biologie et de la médecine. Il offre une grande qualité d'image dans diverses méthodes d'observation, notamment le champ clair, le contraste de phase et la fluorescence. La combinaison d'une caméra numérique et de logiciels Olympus a été développée pour une documentation, une analyse et une création de rapports efficaces.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION



Figure 2 : Olympus CX41

- ❖ Le DP12 est équipé d'un CCD à balayage entrelacé avec Résolution de 3,34 millions de pixels garantissant des images numériques extrêmement précises. Même les très fines structures du spécimen sont clairement imagées. La résolution maximale de l'image est de 2048 x 1536 pixels. Il permet l'affichage des images en temps réel pour une mise au point nette et facile, rapides et plus précis et une fonction de zoom électronique 2x.
- ❖ Les images DP12 peuvent facilement être téléchargées directement de l'unité de contrôle de la caméra vers le PC. Un logiciel d'application supplémentaire pour le contrôle de la caméra par le PC est facultatif. La carte mémoire est amovible, permettant aux images d'être facilement transféré sur n'importe quel PC via USB, FlashPath.



Figure 3 : Olympus CX41 et le DP12.[29]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Les images à traiter sont sous la forme de coupes histologiques. Les images sont obtenues en différent zoom de (x5, x10, x20, x40)(fig. 36) à partir d'une caméra liée au microscope optique de type OLYMPUS CX41 et le DP12 qui prend des photos automatiquement qui sont affichées sur leur écran et au même temps stockées dans une mémoire. Ces images sont en format JPG (Joint Photographic Group). La base d'images Histologiques contient 120 coupes de 2048 x 1536 pixels.

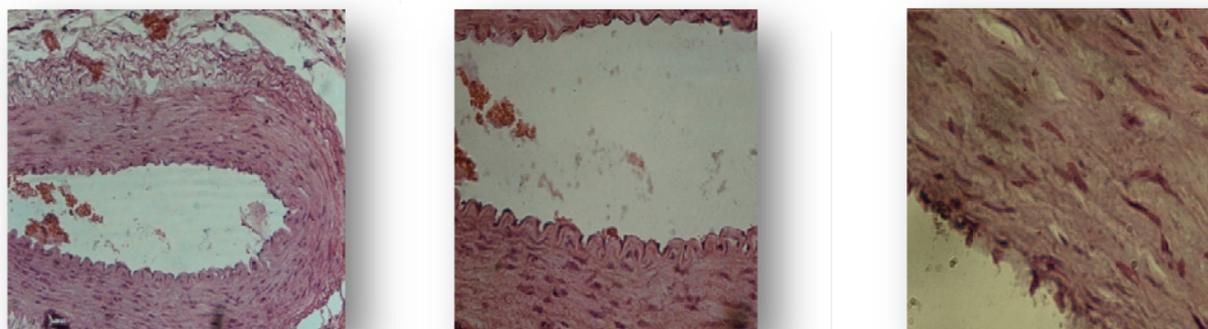


Figure 4 : Artère musculaire x10, artère musculaire x20, artère musculaire x40

3. Choix des outils de développement :

3.1. Langage de programmation :

3.1.1. Java :

C'est un langage de programmation orienté objet développé par l'entreprise Sun Microsystems en 23/05/1995. Il permet de créer des logiciels compatibles avec de nombreux systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Macintosh, Solaris). Java donne aussi la possibilité de développer des programmes pour téléphones portables et assistants personnels. Enfin, ce langage peut être utilisé sur internet pour des applications intégrées à la page web ou encore comme langage serveur (jsp/Servlet). [30]

Ces dernières années, Java a connu de multiples améliorations et versions comme : Java 7 et Java 8, toutes deux existant en version Java 64 bits et 32 bits, font figure d'incontournables. Java 9 est actuellement en préparation.

Java vous permet et vous pousse même à développer vos applications d'une façon orientée objet et vous permet d'avoir une application bien structurée, modulable, maintenable beaucoup plus facilement et efficace. Cela augmente une fois de plus votre productivité.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Java ayant beaucoup d'avantages comme :

- ✓ Java est aujourd'hui un langage aussi rapide que le C++ pourvu qu'on ne l'utilise pas pour une application très lourde (jeux en ligne, logiciel de traitement d'image, encodage vidéo etc...).
- ✓ Java est organisée, il contient des classes bien conçues et bien réparties.
- ✓ Java est connu et donc plus de chance de trouver des développeurs Java ; pour concevoir ou améliorer une application.
- ✓ Java est gratuite et permet les mêmes avantages que le point 3.
- ✓ Java est multiplateforme

3.1.2. JavaEE :

JavaEE signifie Java Enterprise Edition, est construite sur le langage Java et la plate-forme Java SE (Standard Edition), est développée à l'aide du Java Community Process, avec la contribution d'experts du secteur, d'organisations commerciales et open source, de groupes d'utilisateurs Java. Chaque version ajoute de nouvelles fonctionnalités qui aident les développeurs pour améliorer la portabilité des applications et augmente leurs productivités.

La plateforme Java EE ajoute les possibilités nécessaires pour fournir une plateforme complète, stable, sécurisée, et rapide de Java au niveau entreprise. [31]

La plateforme Entreprise fournit un ensemble de services permettant aux composants de dialoguer entre eux :

- HTTP et HTTPS.
- Java Transaction API (JTA).
- Java Message Service (JMS).
- Java Naming and Directory Interface (JNDI).
- Gestionnaires de ressources.
- Enterprise Java Beans (EJB).
- Java Server Pages (JSP).
- Servlet.



Figure 5 : Java EE.[31]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

3.1.2.1. Les Servlet :

Un servlet est une classe de langage de programmation Java utilisé pour effectuer des traitements à partir du serveur afin de répondre aux requêtes provenant en général de postes clients distants.

Bien que les servlets puissent répondre à tout type de demande, ils sont couramment utilisés pour étendre les applications ajoutées par des serveurs Web. Elles sont généralement employées pour répondre à des requêtes de type HTTP et qui permettent de retourner dynamiquement des pages HTML. [31]

3.1.2.2. Les JSP (client) :

La technologie JSP (JavaServer Pages) offre un moyen simple et rapide de créer du contenu Web dynamique. Riches en informations, qui exploitent les systèmes d'entreprise existants

La technologie JSP permet le développement rapide d'applications Web indépendantes de la plate-forme. La technologie JSP sépare l'interface utilisateur de la génération de contenu, permettant aux concepteurs de modifier la mise en page globale sans modifier le contenu dynamique sous-jacent.

Les JSP vous permettent d'insérer des petits bouts de code Java (scriptlets) directement dans du code HTML. Une page JSP est un document qui contient deux types de texte :

- Des données statiques (qui peuvent être exprimées en n'importe quel format texte tel que le HTML, le WML, et le XML).
- Des éléments de JSP, qui déterminent comment la page construit le contenu dynamique.

[31]

3.1.2.3. JavaMail :

JavaMail est une API utilisée pour composer, écrire et lire des messages électroniques (courriels).

L'API JavaMail fournit un cadre indépendant du protocole et de la plateforme pour l'envoi et la réception de courrier.

Les packages `javax.mail` et `javax.mail.activation` contiennent les classes principales de l'API JavaMail.[31]

La fonctionnalité JavaMail peut être appliquée à de nombreux événements. Il peut être utilisé au moment de La correction des exercices (en envoyant une notification, votre exercice est corrigé.....), un mot de passe oublié (en envoyant un mot de passe à l'identifiant de messagerie de l'utilisateur), etc. Il peut donc y avoir plusieurs utilisations. De java mail API. [32]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

3.1.3.SQL (StructuredQueryLanguage) :

SQL est un langage de manipulation de bases de données mis au point dans les années 70, et il permet trois types de manipulation :

- La maintenance des tables : création, suppression, modification de la structure des tables.
- La manipulation des données : sélection, modification, suppression d'enregistrements.
- La gestion des droits d'accès aux tables : contrôle des données ; droits d'accès, validation des modifications.

3.2. Environnement de développement :

3.2.1NetBeans 6.8 :

NetBeans 6.8 est un environnement de développement intégré (IDE) écrit dans le langage de programmation Java. La plateforme NetBeans permettant de simplifier le développement d'applications de bureau Java Swing, ainsi permet aux applications d'être développées à partir d'un ensemble de composants logiciels modulaires appelés modules. Ces applications qui sont basées sur la plate-forme NetBeans aucun SDK supplémentaire n'est requis.

Les applications peuvent installer des modules de manière dynamique. Toute application peut inclure le module Centre de mise à jour pour permettre aux utilisateurs de télécharger des mises à niveau signées numériquement et de nouvelles fonctionnalités directement dans l'application en cours d'exécution. La réinstallation d'une mise à niveau ou d'une nouvelle version ne force pas les utilisateurs à télécharger à nouveau l'application complète.[33]

La plate-forme NetBeans offre des services réutilisables communs aux applications de bureau, parmi les fonctionnalités de cette plate-forme sont les suivantes :

- Gestion de l'interface utilisateur (par exemple, menus et barres d'outils)
- Gestion des paramètres utilisateur
- Gestion du stockage (effectue un stockage efficace)
- Gestion de la fenêtre
- Cadre de l'assistant (prend en charge les dialogues pas à pas).
- Bibliothèque visuelle NetBeans
- Outils de développement intégrés. [32]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

3.3. Choix de SGBD :

SGBD est système informatique spécialisé dans le traitement de gros volumes d'informations et permettant à différents utilisateurs d'interagir avec la base de données.

Il existe de nombreux systèmes de gestion de base de données, en voici une liste non exhaustive :

ACCESS : plateforme Windows, monoposte, licence commerciale.

SQL SERVER : plateforme Windows mode client/serveur licence commerciale.

ORACLE : plate-forme Windows et Linux, mode client/serveur licence commerciale.

SYBASE : plate-forme Windows et Linux, mode client/serveur licence commerciale.

POSTGRESQL : plate-forme Windows et Linux, mode client/serveur licence libre.

MYSQL : plate-forme Windows et Linux, mode client/serveur licence libre. [34]

3.3.1 Le SQL server :

Le SQL server désigne couramment un serveur de base de données. La définition du SQL server est étroitement liée à celle du langage SQL (StructuredQueryLanguage), un langage est un langage de programmation et d'interaction standard utilisé pour extraire des informations d'une base de données (BD) et pour les mettre à jour.

Concrètement, un SQL server est un outil qui possède toutes les caractéristiques pour pouvoir accompagner l'utilisateur dans la manipulation, le contrôle, le tri, la mise à jour, et bien d'autres actions encore, de bases de données grâce au langage SQL.

Le terme désigne également le nom donné au système de gestion de base de données (SGBD) commercialisé par Microsoft, ou plus précisément le nom du moteur de bases de données de ce SGBD produit par le fabricant de produits informatiques américain. Comme ses concurrents Access, Oracle ou encore D2B, SQL server offre de multiples fonctionnalités.[35]

3.5. Tomcat :

Apache Tomcat est un conteneur libre de Servlet Java EE. Issu du projet Jakarta, Tomcat est désormais un projet principal de la fondation Apache. Tomcat implémente les spécifications des Servlets et des JSP de Sun Microsystems. Il inclut des outils pour la configuration et la gestion, mais peut également être configuré en éditant des fichiers de configuration XML. Comme Tomcat inclut un serveur HTTP interne, il est aussi considéré comme un serveur HTTP (web).

Tomcat peut être utilisé en autonomie avec son propre serveur web, ou en collaboration avec d'autres comme IIS par exemple.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Le projet Tomcat a été lancé comme implémentation de référence des Servlets par James Duncan Davidson, architecte logiciel chez Sun. Il a contribué à rendre le projet libre et a joué un rôle majeur dans sa donation par Sun à la fondation Apache. Le projet Tomcat fait partie d'un collectif Open Source connu sous le nom de **Jakarta**. [36]

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

4.L'architecteur de notre application :

Dans notre application nous avons utilisé une architecture à 2 niveaux. Tout d'abord le client est connecté par internet au serveur Web Tomcat qui se compose de deux parties la page JSP et servlet, les requêtes provenant d'un navigateur Web sont envoyées au servlet pour faire le traitement puis les envoie au server Base de données SQL server. Ensuite s'il trouve la réponse qu'il souhaite, il la retourne au servlet pour qu'il répète le traitement, et la transforme sous la forme de balises HTML puis l'envoi à JSP pour l'afficher sous forme des pages.

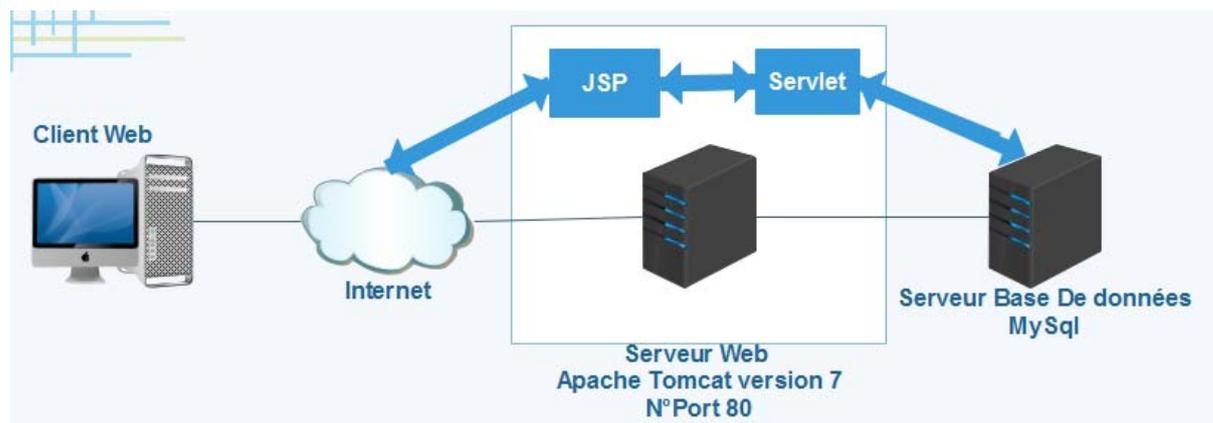


Figure 6 : diagramme de l'architecteur 2N

6. Resultat et déscusion :

Cette partie constitue notre contribution dans le cadre de ce PFE, nous allons présenter quelques aperçue de notre plateforme afin de donner une idée générale sur son fonctionnement. Nous choisissons les principales pages pour les interpréter. Nous commençons d'abord par la page d'accueil qui donne une vue globale sur le site.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION



Figure 7. Page d'accueil

La page d'accueil est la page principale de notre site web, elle est différente des autres pages qui lui sont associées par le fait qu'elle représente le site à l'internaute de manière claire et transparente. On trouve sur cette page :

1. Le bouton connecter est la clé par laquelle l'étudiant, le professeur et l'administrateur peuvent utiliser notre application.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

2. Cours et TP.
3. Exercices.
4. Téléchargement : pour accéder au site internet.
5. Actualités : la dernière annonce déposée par un professeur sur la plateforme.
6. Messages récents : les trois derniers messages déposés sur la plateforme.
7. Téléchargements récents : les trois derniers téléchargements déposés sur la plateforme.
8. Calendrier.



Figure 8. Page authentification

Cette capture présente l'interface d'authentification lorsque le navigateur clique sur le bouton « connecter » dans la page d'accueil, il doit entrer leur nom et le mot de passe pour commencer à utiliser notre site web.

- L'étudiant doit être connecté, alors il ne peut faire que la partie exercice.
- Si l'entrant est le professeur ou l'administrateur, ils verront leur propre page d'accueil, afin que chacun d'entre eux puisse effectuer de nombreuses tâches. A travers cette fenêtre l'utilisateur s'authentifie pour utiliser l'application. Cette étape met en valeur l'aspect sécurité.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

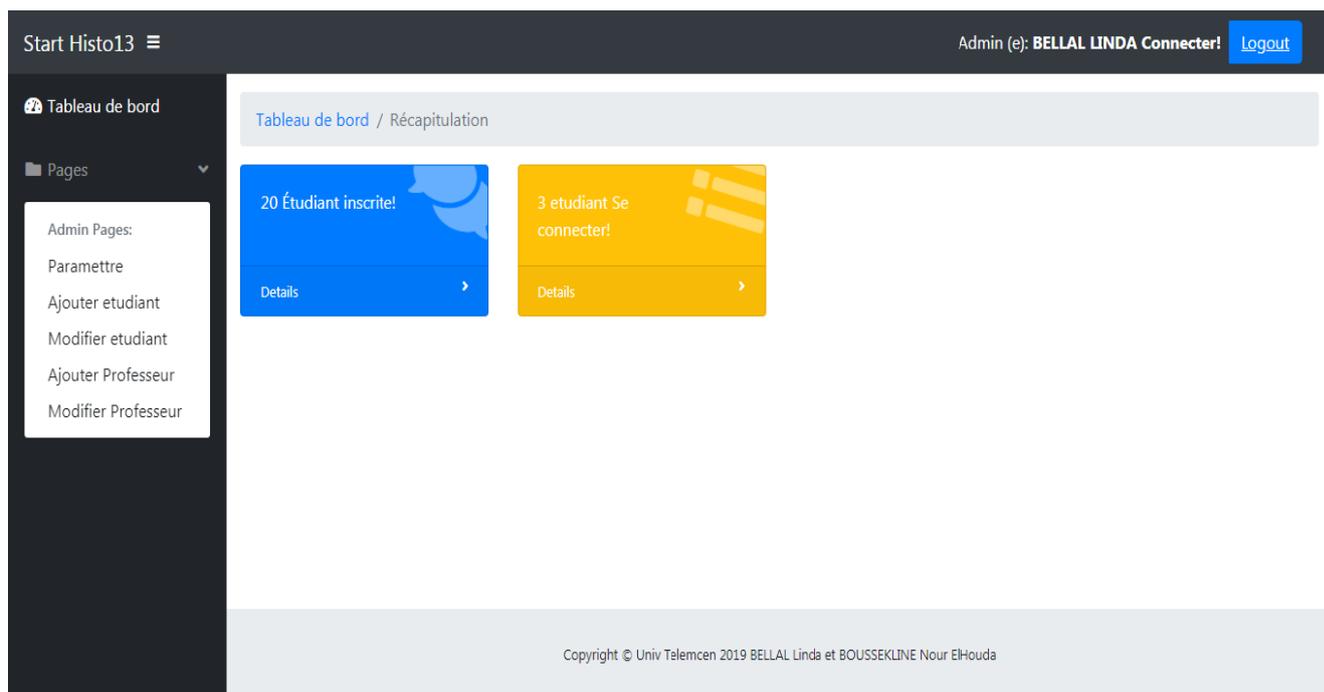


Figure 9. Page d'accueil d'administrateur

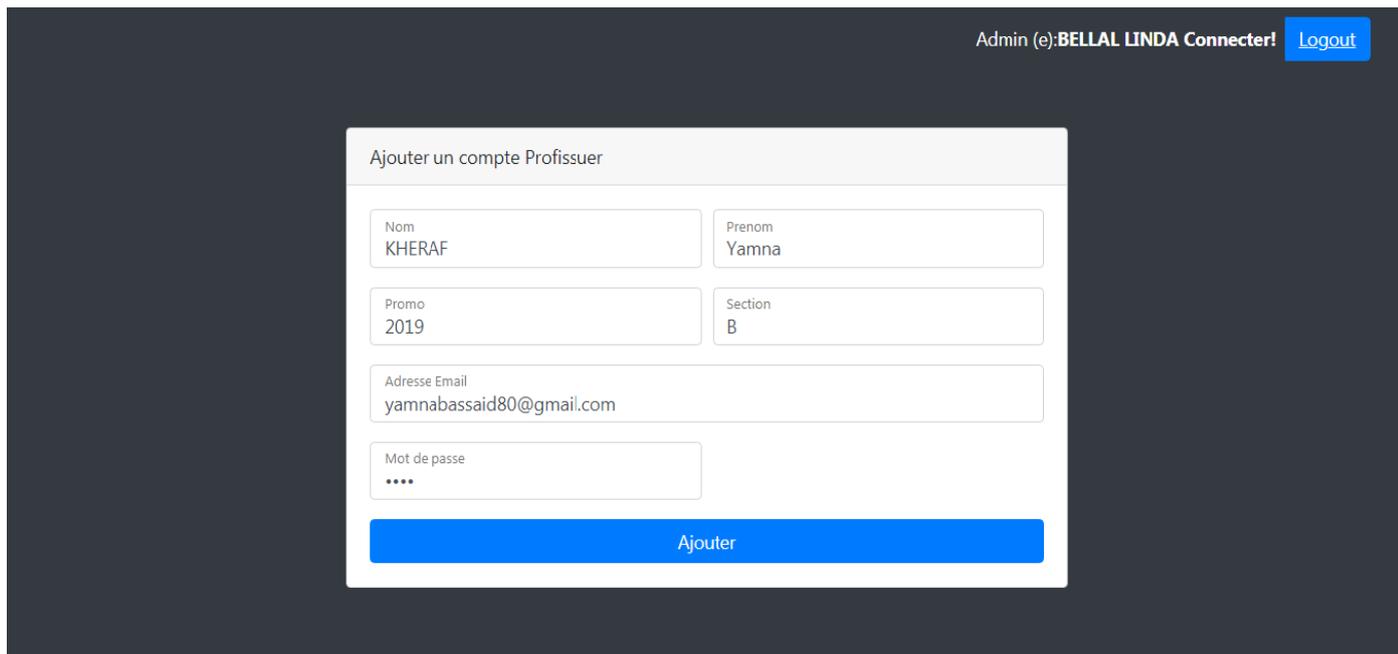
Lorsque l'administrateur se connectent à la plateforme, on voit apparaitre cette page qui contient : Tableau de bord /Récapitulation.

Récapitulation : à droite de la barre de la table de bord, l'administrateur trouve des informations sur le nombre d'étudiants inscrites et celle connecter.

Pour ce qu'est du **tableau de bord** on aperçoit le mot menu « Pages » qui va indiquer à l'administrateur son espace d'intervention.

Les interventions de l'administrateur (Admin Pages) : Accueil, Ajouter étudiant, Modifier étudiant, Ajout Professeur, Modifier Professeur.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION



The screenshot shows an administrative interface with a dark background. In the top right corner, there is a user status 'Admin (e):BELLAL LINDA Connecter!' and a blue 'Logout' button. The main content is a white form titled 'Ajouter un compte Profissuer'. The form contains several input fields: 'Nom' with the value 'KHERAF', 'Prenom' with 'Yamna', 'Promo' with '2019', 'Section' with 'B', 'Adresse Email' with 'yamnabassaid80@gmail.com', and 'Mot de passe' with four dots. A large blue 'Ajouter' button is at the bottom of the form.

Figure 10. Page d'ajout de professeur

Si l'administrateur souhaite ajouter un professeur, il clique sur l'option « Ajouter professeur » dans la page « Admin Pages ». Une page sera affichée contenant les informations suivantes :....., l'administrateur complètera alors les données et sélectionnera un "mot de passe" pour ce professeur qui pourra se connecter à la plate-forme. Ensuite, il appuiera sur le bouton "Ajouter" pour confirmer sa décision.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Start Histo13 Admin (e):BELLAL LINDA Connecter! Logout

Tableau de bord / Page Modifier Professeur

Liste des Professeurs

Rechercher :
Rechercher...

ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	
39	BESSAID	Abdelhafid	2019	A	a.bessaid@gmail.com	1	Modifier Supprimer
40	KHERAF	Yamna	2019	B	yamnabassaid80@gmail.com	1	Modifier Supprimer
43	BOUKLI	Ismail Hacene	2019	C	ismaill80@yahoo.fr	1	Modifier Supprimer
41	KHEMIS	Kamila	2019	B	khemisk@yahoo.fr	1	Modifier Supprimer
42	LAZOUNI	Amine	2019	B	aminelazouni@gmail.com	1	Modifier Supprimer
ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	

Copyright © Univ Telemcen 2019

Figure 11: Page modifier professeur (avant la modification).

Lorsque L'administrateur clique sur le choix "Modifie professeur" dans la page « Admin Pages », un tableau contenant les données de tous les professeurs inscrits à ce site sera affiché. Ces données telles que le nom et le prénom de professeur... etc. Si l'administrateur souhaite modifier les données d'un professeur comme son mot de passe, il cliquera sur le mot "Modifier" dans la dernière colonne et s'il veut le supprimer, appuyez sur « supprimer ».

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

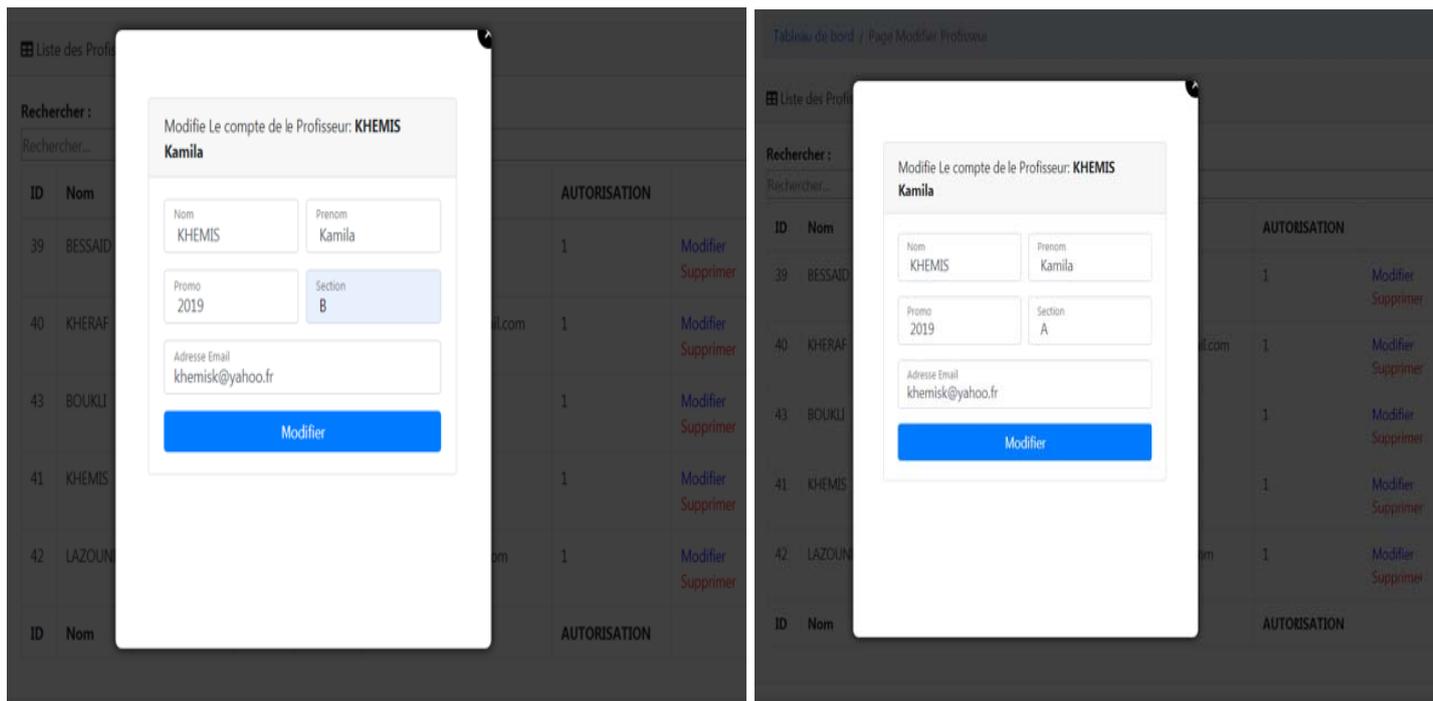


Figure 12: page modifier professeur (pendant la modification).

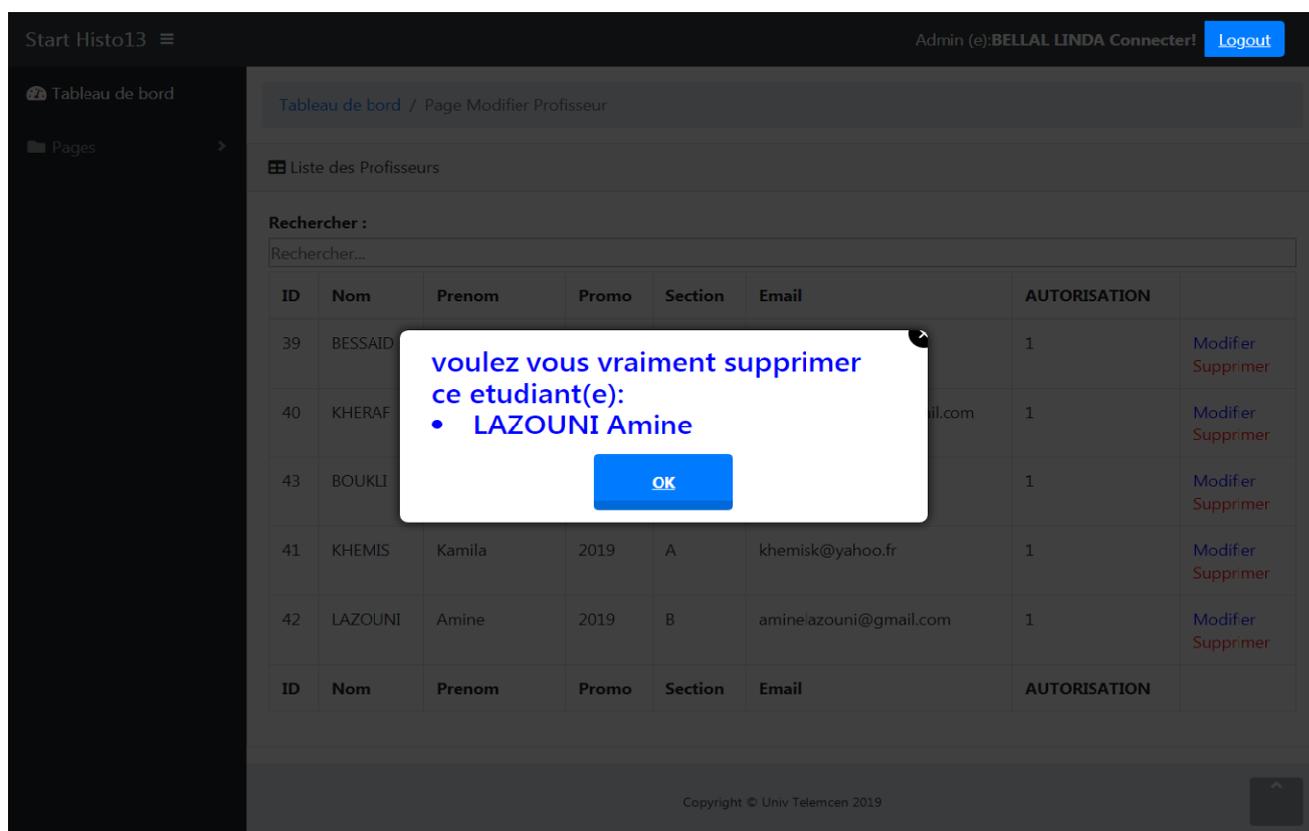


Figure 13: supprimer un professeur.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Start Histo13 ☰ Admin (e):BELLAL LINDA Connecter! [Logout](#)

[Tableau de bord](#) / Page Modifier Professeur

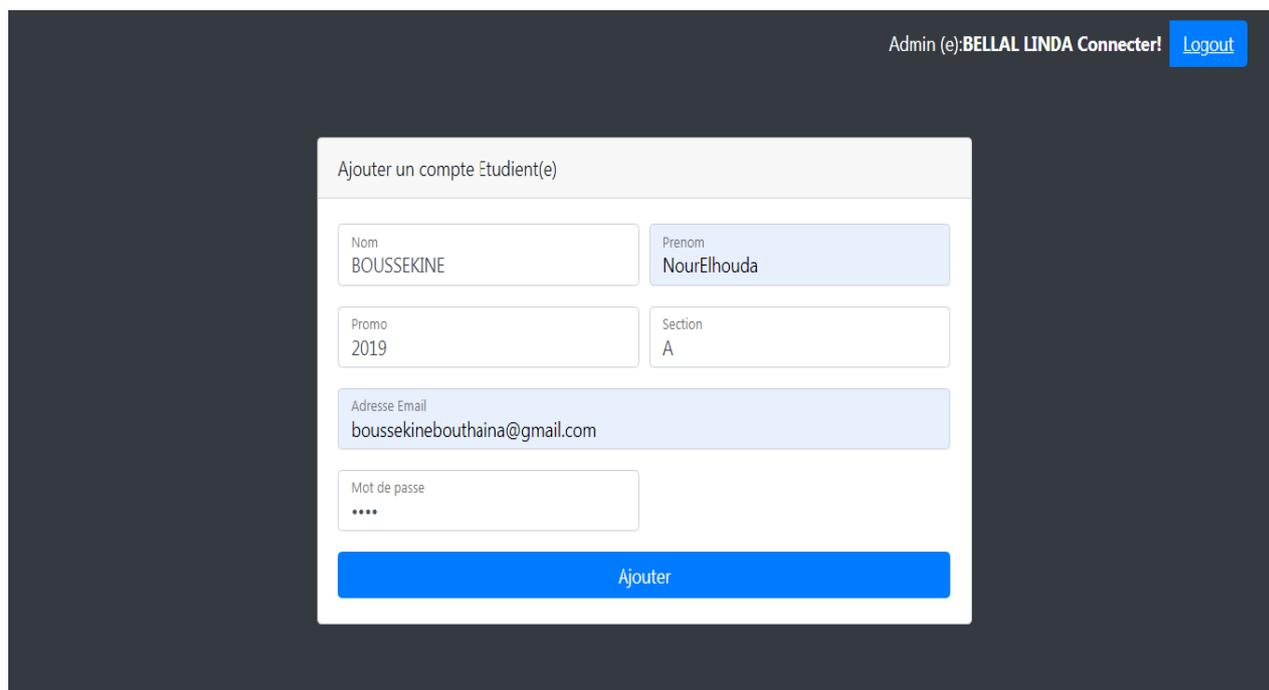
Liste des Professeurs

Rechercher :
Rechercher...

ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	
39	BESSAID	Abdelhafid	2019	A	a.bessaid@gmail.com	1	Modifier Supprimer
40	KHERAF	Yamna	2019	B	yamnabassaid80@gmail.com	1	Modifier Supprimer
43	BOUKLI	Ismail Hacene	2019	C	ismaill80@yahoo.fr	1	Modifier Supprimer
41	KHEMIS	Kamila	2019	A	khemisk@yahoo.fr	1	Modifier Supprimer
ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	

Copyright © Univ Telemcen 2019

Figure 14:liste des professeurs final.



The screenshot shows a web interface for adding a student account. At the top right, it displays 'Admin (e):BELLAL LINDA' with a 'Connecter!' link and a blue 'Logout' button. The main form is titled 'Ajouter un compte Etudiant(e)' and contains several input fields: 'Nom' (BOUSSEKINE), 'Prenom' (NourElhouda), 'Promo' (2019), 'Section' (A), 'Adresse Email' (boussekinebouthaina@gmail.com), and 'Mot de passe' (masked with four dots). A blue 'Ajouter' button is at the bottom of the form.

Figure 15 : Page d'ajout d'étudiant

Si l'administrateur souhaite ajouter un étudiant, il clique sur l'option « Ajouter étudiant » dans la page « Admin Pages ». Une page sera affichée contenant les informations suivantes : nom et prénom de l'étudiant, sa promo, son groupe, son adresse e-mail, l'administrateur complètera alors les données et sélectionnera un "mot de passe" pour cet étudiant qui pourra se connecter à la plate-forme pour effectuer l'exercice. Ensuite, il appuiera sur le bouton "Ajouter" pour confirmer sa décision.

Remarque: les étudiants peuvent consulter les cours et les sites disponibles sans se connecter.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Start Histo13 Admin (e):BELLAL LINDA Connecter! Logout

Tableau de bord / Page Modifier Etudiant(e)

Liste des etudiants

Rechercher :

Rechercher...

ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	
35	BOUSSEKINE	NourElhouda	2019	A	boussekinebouthaina@gmail.com	1	Modifier Supprimer
36	HAMAM	Fouad	2019	B	fouadhamam26@gmail.com	1	Modifier Supprimer
37	BELARBI	Mohamed	2019	C	mohamed.faridbelarbi@gmail.com	1	Modifier Supprimer
38	CHAMEKH	Ikram	2019	A	marokha1996@gmail.com	1	Modifier Supprimer
ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	

Copyright © Univ Telemcen 2019

Figure 16: Page modifié étudiant (avant la modification).

Lorsque L'administrateur clique sur le choix "Modifie étudiant" dans la page « Admin Pages », un tableau contenant les données de tous les étudiants inscrits à ce site sera affiché. Ces données telles que le nom et le prénom de l'étudiant ... etc, Dans ce tableau, l'administrateur trouve la colonne "AUTORISATION" où il écrit le nombre "1" signifie que cet étudiant l'autorise à accéder au site et peut effectuer l'exercice. S'il écrit le nombre "0", cet étudiant n'est pas autorisé à effectuer l'exercice malgré qu'il ait un mot de passe qui lui permet d'entrer. Si l'administrateur souhaite modifier les données de l'étudiant comme son mot de passe, il cliquera sur le mot "Modifier" dans la dernière colonne et s'il veut le supprimer, appuyez sur « supprimer ».

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

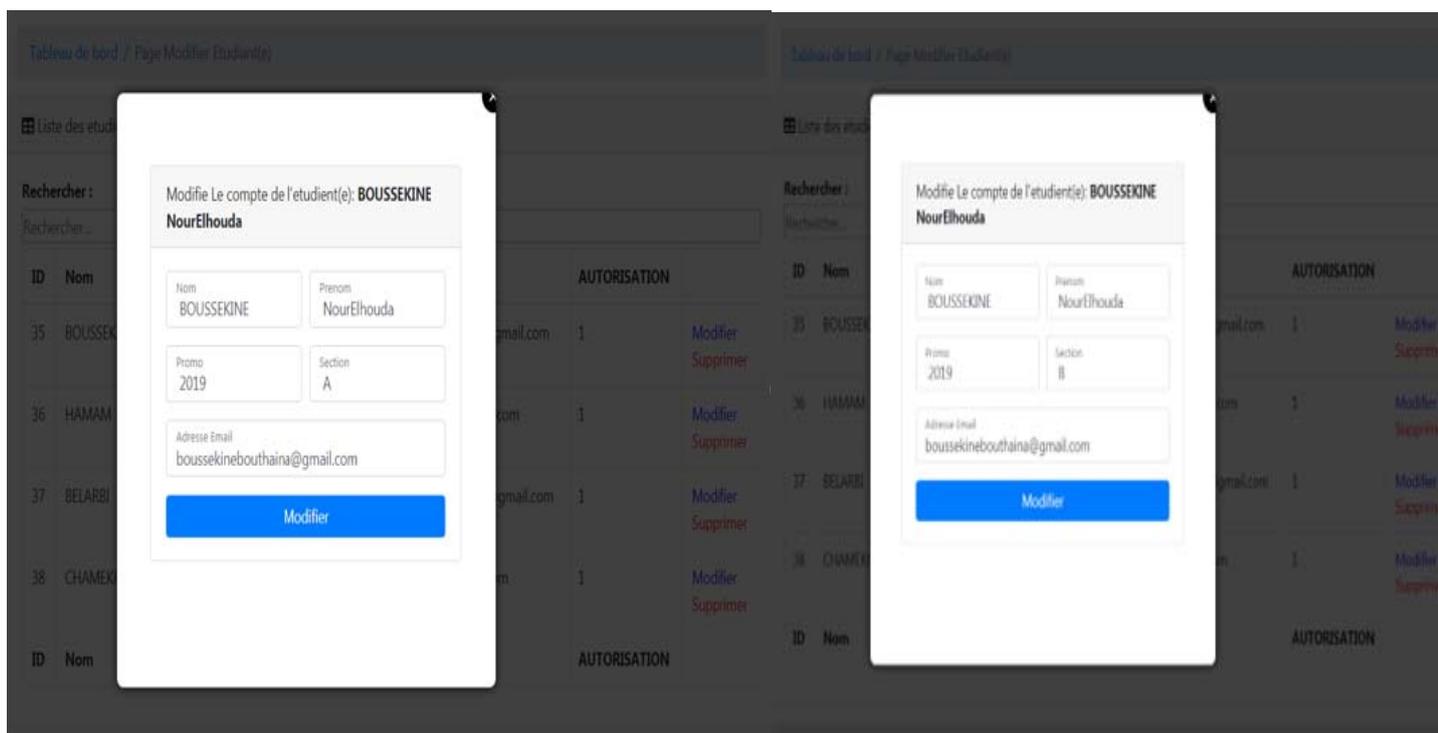


Figure 17: Page modifié étudiant (pendant la modification).

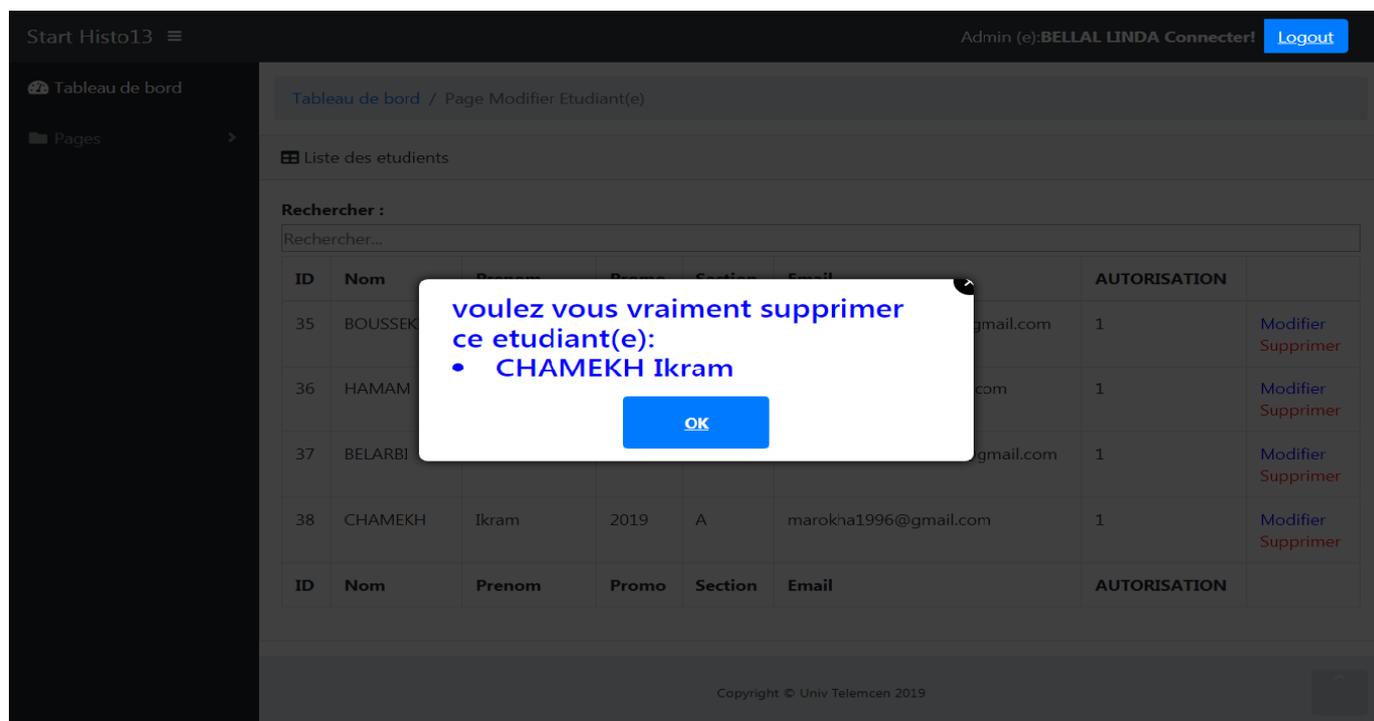


Figure 18: supprimer étudiant

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Start Histo13 ☰ Admin (e):BELLAL LINDA Connector! [Logout](#)

Tableau de bord / Page Modifier Etudiant(e)

Liste des etudiants

Rechercher :

Rechercher...

ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	
35	BOUSSEKINE	NourElhouda	2019	B	boussekinebouthaina@gmail.com	1	Modifier Supprimer
36	HAMAM	Fouad	2019	B	fouadhamam26@gmail.com	1	Modifier Supprimer
37	BELARBI	Mohamed	2019	C	mohamed.faridbelarbi@gmail.com	1	Modifier Supprimer
ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	AUTORISATION	

Copyright © Univ Telemcen 2019

Figure 19: Page des étudiants inscrits (après modification et suppression).

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

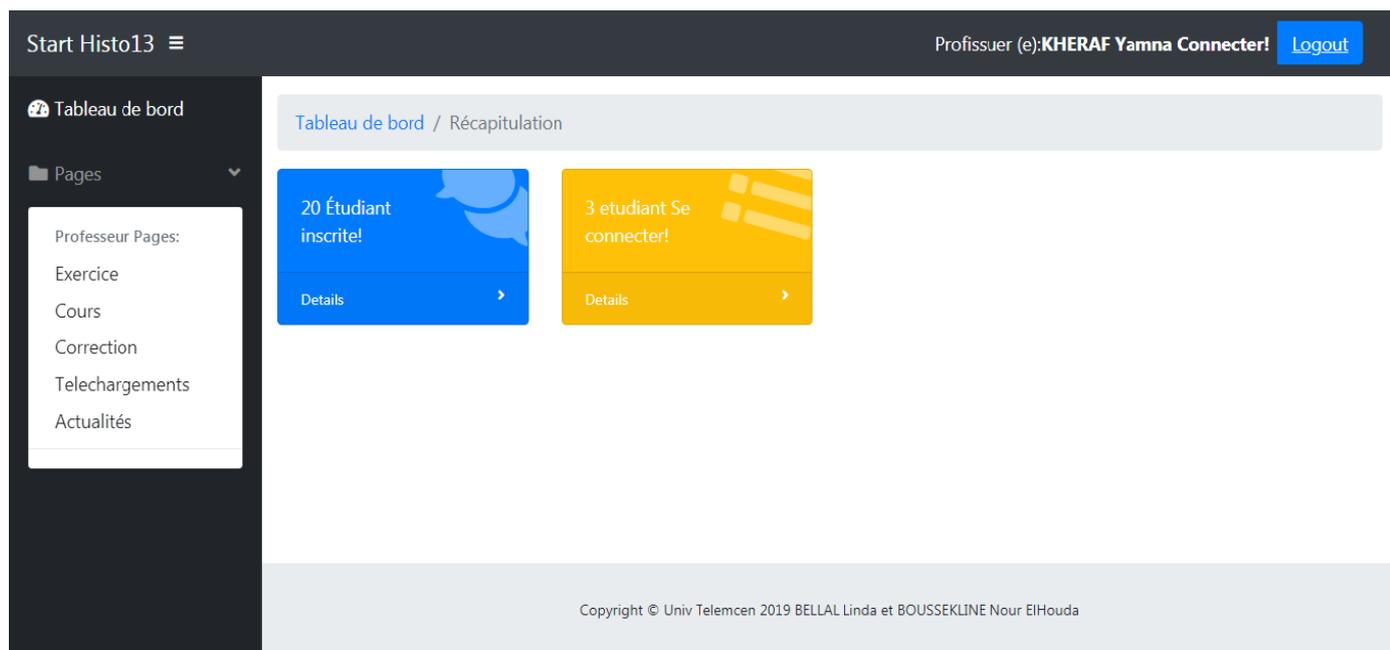


Figure 20:page d'accueil de professeur

Lorsque le professeur se connectent à la plateforme, on voit apparaitre cette page qui contient : Tableau de bord /Récapitulation.

Récapitulation : à droite de la barre de la table de bord, le professeur trouve des informations sur le nombre d'étudiants inscrites et celle connecter.

Pour ce qu'est du **tableau de bord** on aperçoit le mot menu « Pages » qui va indiquer au professeur son espace d'intervention.

Les interventions du professeur (Professeur Pages) : Exercice, Cours, Correction, Téléchargements, Actualités.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

The screenshot shows the 'Ajouter exercice' page in the Histo13 application. The page has a dark sidebar on the left with 'Tableau de bord' and 'Pages' options. The main content area has a breadcrumb 'Tableau de bord / Exercice' and a prominent black banner with the text 'Sélectionner L'image et cliquer sur le bouton Upload'. Below the banner, there is a section titled 'Sélectionner L'image' containing a file selection button labeled 'Choisir un fichier' and a status indicator 'Aucun fichier choisi'. The form includes five input fields: 'Coupe Histologique', 'Coloration', 'Grossissement', 'Section', and 'Description'. A large blue 'Ajouter' button is positioned at the bottom of the form. The footer of the page contains the text 'Copyright © Univ Telemcen 2019' and a small upward arrow icon.

Figure 21: Page d'ajoute exercice (avant)

Si le professeur souhaite ajouter un exercice au site web, il clique sur l'option « Exercice » dans la liste « professeur pages », il clique sur le bouton « choisir un fichier », il apparaîtra le répertoire d'où il va choisir la nouvelle image puis remplira les cases ('Coupe Histologique', 'Coloration', 'Grossissement', 'Section', 'Description') avec les commentaires de l'image choisie, puis il appuie sur le bouton « Ajouter » pour que l'image sera diffusée sur la plateforme et met à la disposition des étudiants.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Start Histo13

Profissuer (e):KHERAF Yamna Connector! Logout

Tableau de bord

Pages

Tableau de bord / Exercice

Sélectionner L'image et cliquer sur le bouton Upload

Sélectionner L'image

Choisir un fichier artère élastique x10.JPG

Nom: artère élastique x10.JPG
Size: 853.9 KB
Type: image/jpeg
Dimension: 2048 x 1536

Coupe Histologique
la paroi d'une artère élastique

Coloration
l'orcéine (met en évidence les lames élastiques).

Grossissement
10

Section
B

Description
Cette paroi est constituée de trois couches : - L'intima : très mince, comprend l'endothélium et une mince bande de choriion. Elle

Ajouter

Copyright © Univ Telemcen 2019

Figure 22: page d'ajoute un exercice (pendant).

Start Histo13

Profissuer (e):KHERAF Yamna Connector! Logout

Tableau de bord

Pages

Tableau de bord / Exercice

Sélectionner L'image et cliquer sur le bouton Upload

Sélectionner L'image

Choisir un fichier Aucun fichier choisi

Coupe Histologique

Coloration

Grossissement

Section

Description

1 si la réponse est Modifiable! Sinon 0

Ajouter

ID	Coupe Histologique	Coloration	Grossissement	Paragraphe	Date publication	Heures publication	Promo	Section	Réponse Modifiable	Supprimé
88	Sagittale Au Niveau De L'adénophyse	Hématoxiline Eosine	X 10	L'adénophyse est constituée de trois lobes. lobe antérieur (pars distalis).	2019-06-23	01:35:01	2019	B	0	Supprimé

Copyright © Univ Telemcen 2019

Figure 23: Ajouter exercice (après)

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

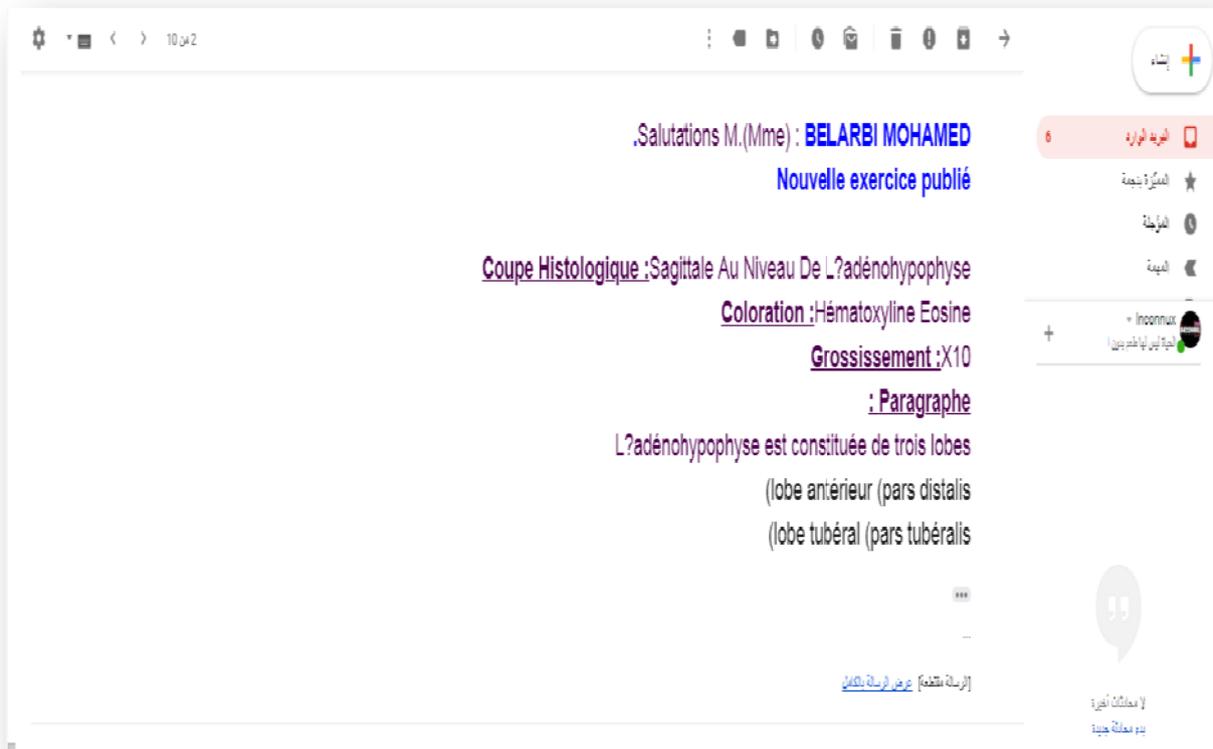


Figure 24: L'email envoyé à l'étudiant.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

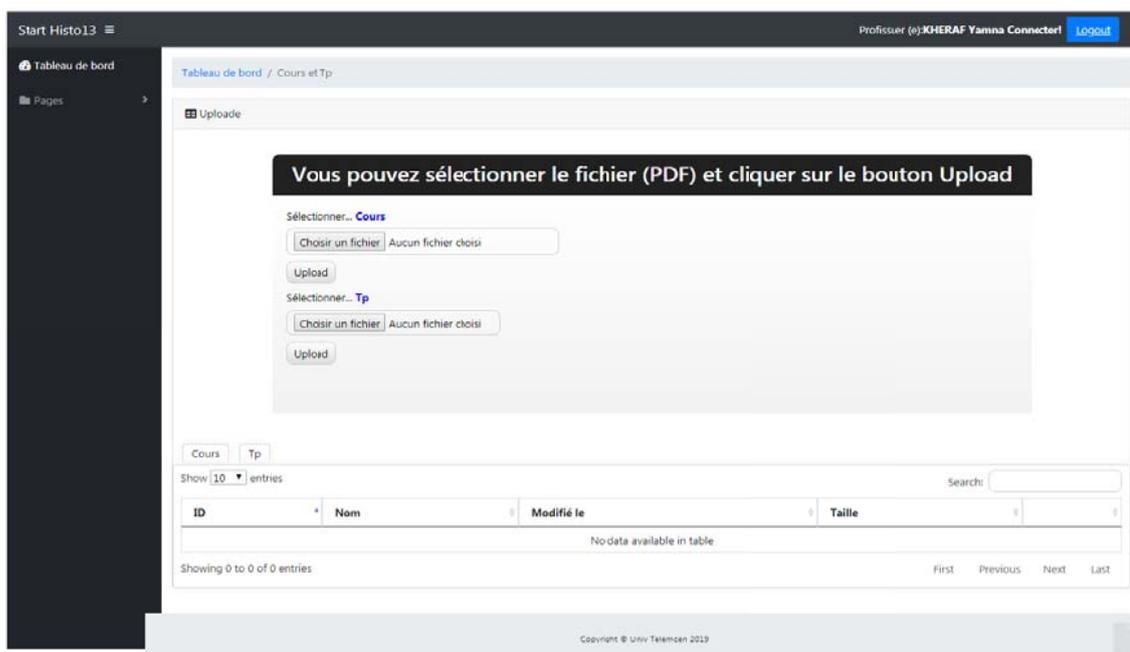


Figure 25: Page d'ajouter cours ou TP.

Si le professeur souhaite ajouter un cours ou un travail pratique au site web, il clique sur l'option « cours et TP » dans la liste « professeur pages », cet page sera alors affichée, ensuite on clique sur le bouton « choisir un fichier », il apparaîtra le répertoire d'où on va sélectionner le nouveau cours ou TP qui va être diffusé sur la plateforme et met à la disposition des étudiants.

Remarque : il faut appuyer sur le bouton « Upload » pour valider l'opération.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION



Figure 26: page des cours et TP.

Cette page représente la page des cours et TP publiées sur le site. Tous les navigateurs peuvent voir ces cours et les TP publiées sans avoir connecter au site.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

User: KHERAF Yamna
Connecter!

Logout

Plateforme D'histologie

Cours

Exercice

Telechargement

section B TP3 le jeudi

Messages récents

TP3 le jeudi

Bonjour le tp4.....

18
juin
2019

جامعة أبو بكر بلقايد
UNIVERSITÉ DE TLEMCEN

LABORATOIRE D'HISTOLOGIE

Université Abou Bekr Belkaid

Bienvenue sur le serveur d'images d'histologie

Outils de travail et logiciel

7	méthode d'étude en histologie	Telecharger
6	Tissus sanguin	Telecharger
5	Atlas d'histologie	Telecharger

© Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
Design: BELLAL Linda et BOUSSEKINE NourElHouda

Figure 27: Page de téléchargement

Cette page représente les liens téléchargeables publiés sur le site. Tous les navigateurs peuvent voir ces liens publiés sans avoir connecter au site. Si le navigateur souhaite charger l'un de ces liens, cliquez sur le bouton "Télécharger".

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

The screenshot shows a web application interface for a histology laboratory. The interface is in French and includes a user profile sidebar, a main content area with a histology exercise, and a navigation bar at the bottom.

User Profile (Left Sidebar):

- Etudiant(e): **BOUSSEKINE NourElhouda**
- Connecter!
- Logout
- Plateforme D'histologie
- Cours
- Exercice
- Telechargement
- section B TP3 le jeudi
- Messages récents
- TP3 le jeudi
- Bonjour le tp4....
- Téléchargement récent
- Filezella
- Les glandes endocrines périphériques
- Ressources en histologie et embryologie
- © Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.
- Design: BELLAL linda et BOUSSEKINE NouElHouda

Main Content Area:

- Date: 18 juin 2019
- Logo: Université de Tlemcen
- Section: **LABORATOIRE D'HISTOLOGIE**
- Université: Université Abou Bekr Belkaid
- Publié par M.(Mme) : KHERAF Yamna le : 2019-06-18 A 10:06:57 Pour La section **B**
- Coupe Histologique :** la paroi d'une artère élastique
- Coloration :** l'orcéine (met en évidence les lames élastiques).
- Grossissement :** X 10
- Description: Cette paroi est constituée de trois couches -L'intima très mince, comprend l'endothélium et une mince bande de chorion. Elle n'est pas visible sur cette image -La média renferme de nombreuses lames élastiques -L'adventice unit l'artère au tissu voisin, dans laquelle on observe des trousseaux de fibres collagènes. En périphérie de la coupe, on observe des lobules adipeux. Quelques hématies sont présentes au niveau de la lumière vasculaire.
- Aperçu:
- Image:
- Introduction: **Introduire votre interprétation**
- Text area: L'étudiant écrit son interprétation ici ensuite clique sur le bouton Envoyer
- Buttons: Envoyer, **1**, lame précédente, lame suivante

Figure 28: page d'exercices

Notre site Web permet aux étudiants inscrits d'entrer (après avoir tapé leur nom et leur mot de passe), lorsqu'ils cliquent sur l'option "Exercice", ils verront cette page, qui contient l'image que leur enseignant a affichée sur le site avec des informations sur cette image, ainsi des informations telles que : Le professeur qui a publié cette image, la date et l'heure de publication, La section pour laquelle cette image a été publiée, le nom de l'image, ... L'étudiant peut faire le zoom sur l'affectation par défaut sur la molette de la souris, il peut sélectionner les structures dans l'image en tapant le nom de cette structure, au-dessous de la photo, il y a un espace réservé aux interprétations que l'étudiant peut introduire ses interprétations. Lorsqu'il termine son exercice, il clique sur le bouton "Envoyer" et envoie sa réponse à son

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

professeur. Le bouton "Lame suivante" vous permet également de passer à l'image suivante, ce qui vous permet de cliquer sur le bouton "Lame précédente" pour revenir à l'image précédente.

The screenshot shows the 'Page Professeur' interface. At the top, there are two summary cards: '2 Étudiant consulter l'exercice!' (blue) and '3 étudiant Se connecter!' (yellow). Below these is a search bar labeled 'Rechercher :'. A table titled 'Liste des étudiants Faits leur exercice' displays the following data:

ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	Interpretation	La note	Nom de la lame	
1	BELLAL	LINDA	2019	A	bellalinda@gmail.com	blabla interpretation	20.0	linda X 20	Modifie la Note
2	test	test	2019	A	test@gmail.com	blabla	15.5	linda X 20	Modifie la Note
3	test	test	2019	A	test@gmail.com	blabla 2		Sagittale A: Niveau X 40	Noter
5	BELLAL	LINDA	2019	A	bellalinda@gmail.com	blabla 8		Sagittale A: Niveau X 40	Noter

At the bottom of the table, the headers are repeated: ID, Nom, Prenom, Promo, Section, Email, Interpretation, La note, Nom de la lame. The footer of the page contains 'Copyright © Univ Telencen 2019'.

Figure 29: Page de correction

Pour évaluer les réponses des étudiant le professeur doit cliquer sur choix « Correction » dans la liste « professeur pages » il s'affichera alors devant lui un tableau qui contient ces informations : ID, Nom, Prenom, Promo, Section, E-mail, Interprétation, La note, Nom de la lame, alors pour noter le travail de l'étudiant il va cliquer sur le mot « Noter » qui se trouve dans la dernière colonne de tableau pour chaque étudiant. Dans le cas où le professeur a corrigé l'exercice et donné la note à l'étudiant, il a ensuite voulu changer cette note, c'est cliquer sur « Modifie la Note »

Remarque : en haut de tableau sur la droite il y a la touche « recherche » que le professeur peut utiliser pour cibler le nom de la lame qu'il veut évaluer.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Start Histo13 ☰ Déconnecter

Tableau de bord / Page Professeur

2 Étudiant consulter l'exercice! Details

3 étudiant Se connecter! Details

Liste des étudiants Faits leur exercice

Rechercher :
Sagittale Au Niveau X 40 Selectionner l'interpretation ▲

ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	Interpretation	La note	Nom de la lame	
3	test	test	2019	A	test@gmail.com	blabla 2		Sagittale Au Niveau X 40	Noter
5	BELLAL	LINDA	2019	A	bellallinda@gmail.com	blabla 8		Sagittale Au Niveau X 40	Noter
ID	Nom	Prenom	Promo	Section	Email	Interpretation	La note	Nom de la lame	

Copyright © Univ Telemcen 2019 ▲

Figure 30: Page de correction des lames sélectionnées

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

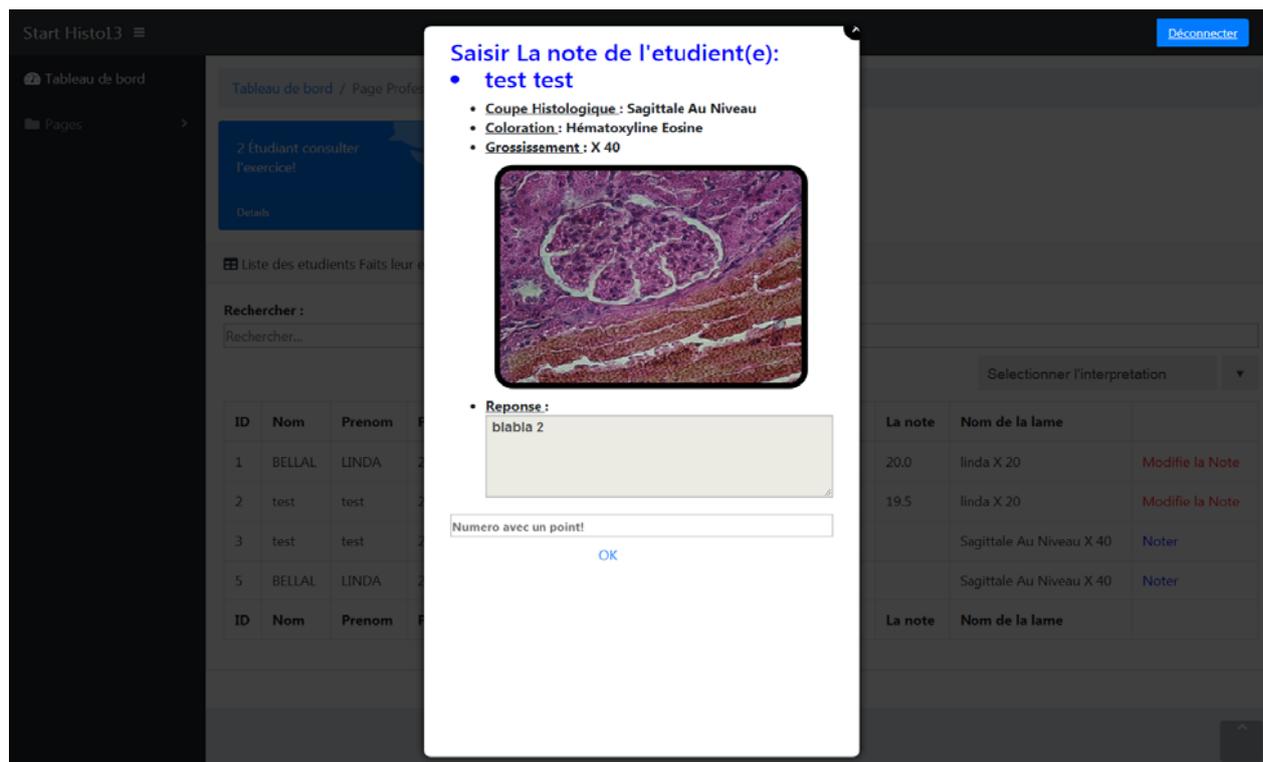


Figure 31: Page de validation des notes

Quand le professeur clique sur « Noter » cette page sera affichée, qui contient l'image avec les informations qui ont été préalablement prédéfinies dans l'exercice par le professeur telles que le nom de l'image, le grossissement, et la coloration. Ainsi que l'annotation des différentes structures de cette image plus l'explication développée par l'étudiant lors de l'analyse de cette image.

Alors, quand il aura fini de corriger le travail de cet étudiant, il mettra une note dans l'espace situé en dessous de la réponse puis cliquera sur OK. À ce moment un email sera envoyé automatiquement à l'étudiant qui a fait cet exercice.

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

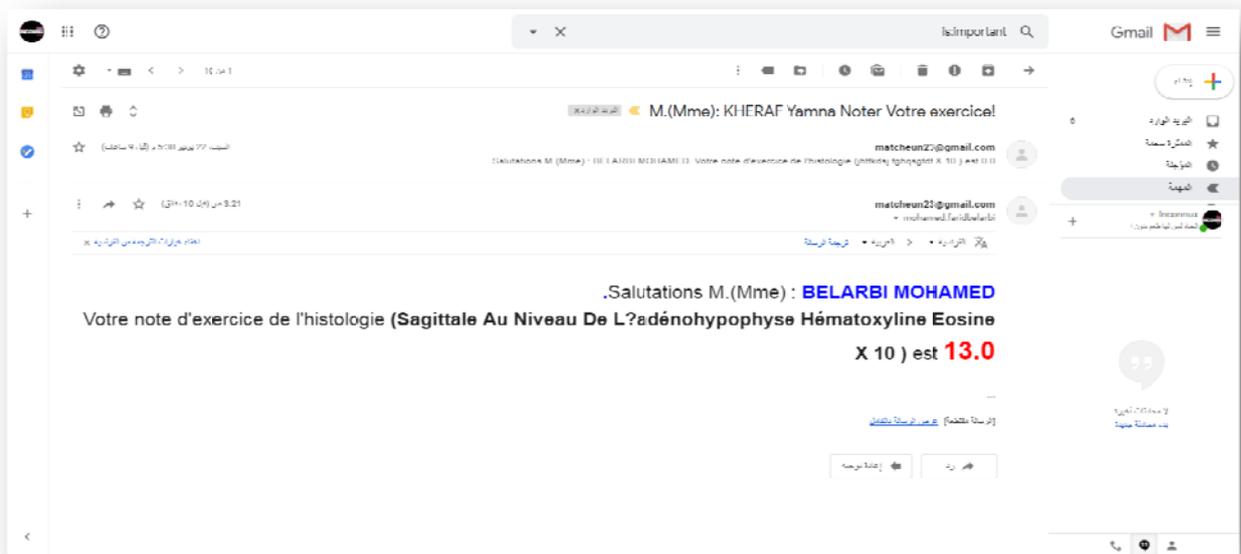


Figure 32:L'email envoyé à l'étudiant après la correction.

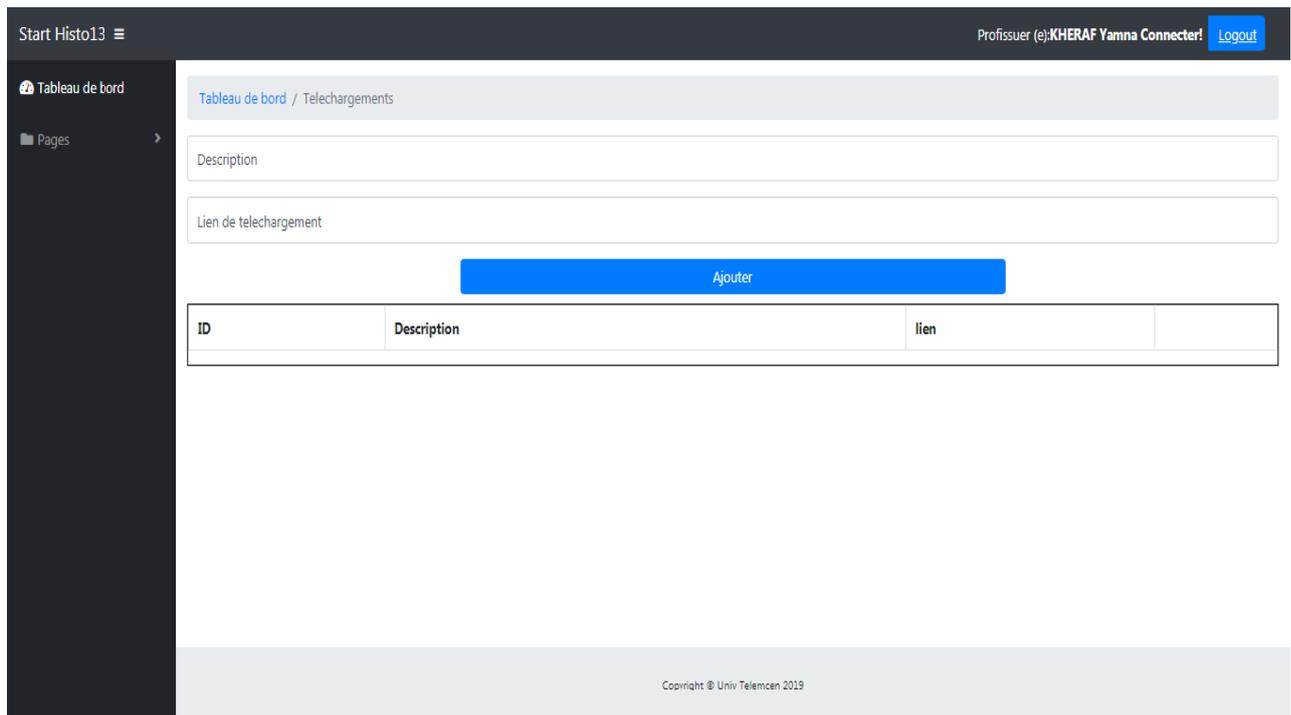


Figure 33:Page d'ajouter un téléchargement

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Start Histo13 ☰ Profissuer (e):KHERAF Yamna Connecter! [Logout](#)

Tableau de bord

Pages

Tableau de bord / Actualite

Titre

Description

Lien

[Ajouter](#)

ID	Titre	Description	Lien	Date de publication
----	-------	-------------	------	---------------------

Copyright © Univ. Tlemcen 2019

Figure 34:Page d'ajouter une actualité

CHAPITRE 03 : OUTILS DE DÉVELOPPEMENT ET IMPLEMENTATION

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents outils et technologies qui ont été utilisées pour construire notre plateforme. Nous avons vu comme langage de programmation le Java2EE avec un environnement de développement NetBeans 6.8, ces technologies permettent le bon fonctionnement de notre plateforme. Ensuite Nous avons construit notre plateforme en une page html pour qu'elle puisse être publié sur le web par le serveur web et visualisée par le navigateur internet de l'utilisateur. Dans ce qui suit, nous allons donner une conclusion générale pour ce travail avec quelques perspectives.

**Conclusion
Générale et
perceptives**

Conclusion générale :

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à trouver des solutions qui aident l'enseignant à simplifier les travaux pratiques et à éviter de nombreux problèmes qui entravent le travail du professeur et de l'étudiant, d'abord l'étudiant peut à travers cette plateforme comprendre les différents tissus, lames et bien l'annoter.

Ce mémoire concerne un outil numérique dédié à l'enseignement d'histologie et l'imagerie cellulaire. Nous avons commencé notre travail par l'acquisition des lames avec l'utilisation de microscope et le DP12 ensuite, nous avons stocké les données dans des tables avec le serveur SQLserver, nous avons aussi utilisé comme logiciel de développement le Java2EE qui nous aide pour améliorer la portabilité de notre application, ainsi ajoute les possibilités nécessaires pour fournir la plateforme complète, stable, sécurisée.

Notre plateforme fournit un ensemble de services permettant aux étudiants dans la séance de leurs travaux pratiques de faire plusieurs tâches, charger les lames de plusieurs grossissements et faire quelque exercice comme l'annotation pour localiser les différentes structures, répondre à des questions posées dans le fichier PDF des travaux pratiques. Ils peuvent aussi consulter des cours en ligne ainsi voir quelques sites d'histologie.

Les perspectives de ce travail sont :

- La sécurité : se divise en deux niveaux :
 - La sécurité de la base de données : pour sécuriser la base de données on utilise la méthode de la réplication des données pour éviter la perte. Telle que la réplication de SQLserver permet de partager des informations entre des bases de données afin d'être certain que le contenu des différentes bases de données soit exactement le même.
 - La sécurité avant serveur-Tomcat par l'utilisation des pare-feux qui surveille le trafic entrant et sortant et décide d'autoriser ou de bloquer une partie de ce trafic en fonction d'un ensemble de règles de sécurité prédéfinies. Ils établissent une barrière entre les réseaux internes sécurisés et contrôlés qui sont dignes de confiance et les réseaux externes non fiables tels qu'Internet, il existe plusieurs types de pare-feu parmi ces types le pare-feu proxy qui sert à offrir des fonctionnalités supplémentaires, comme la mise en cache du contenu ou la protection, en empêchant toute connexion directe provenant de l'extérieur du réseau.

CONCLUSIOGÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

- Création de notre application avec Android. Aujourd'hui, il n'y a plus de doute possible sur l'importance d'avoir un site accessible par mobile qu'il soit responsif ou dédié, nous espérons donc de créer à l'avenir notre application avec Android, qui permettra aux concepteurs de construire des applications dynamiques mobiles, chaque concepteur de logiciels à la liberté d'utiliser plusieurs outils tiers pour faciliter le processus de développement. C'est la raison pour laquelle un nombre croissant d'appareils mobiles sont permettant l'installation d'applications Android.

Bibliographie :

- [1] : <http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/histo1an16-introduction.pdf>
- [2] : Alan Stevens, James Lowe, Livre Histologie humaine, 3ème Edition, la page 13.
- [3] : <https://www.ebiologie.fr/cours/s/3/generalites-sur-l-histologie> Consulté le 18/11/2018 à 23 :15
- [4] : Jean-Michel André et Jacques Poirie [et al.], Histologie : les tissus [en ligne], Université de Médecine de Sorbonne, 2007/2008, Disponible sur : <http://www.chups.jussieu.fr/polys/histo/histoP1/POLY.Chp.1.1.2.html> , consulté le 10/03/2019 à 10:12. mettre à jour le 14 janvier 2008
- [5] : <https://www.clinisciences.com/achat/cat-hematoxyline-3924.html> consulté le 09/02/2019 à 15 :33
- [6] : Christian Colin et Jean-Marie [et al.], L'Éosine comme colorant nucléaire en Botanique et comme substitut économique du Carmin en Zoologie [en ligne], disponible sur <http://www.microscopies.com/DOSSIERS/Magazine/Articles/WD-Eosine/EOSINE.html> , consulté le 09/02/2019 à 15 :47.
- [7] : <http://www.wesapiens.org/fr/file/4807011/Techniques+histologiques.+Artefacts+de+coloration>, consulté le 29/06/2019 à 22 :58
- [8] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Lame_\(microscopie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lame_(microscopie)) consulté le 03/02/2019 à 00 :15
- [9] : <http://micromonde.free.fr/materiel/microscope.htm> consulté le 05/02/2019 à 15 :06
- [10] : <http://visite.artsetmetiers.free.fr/microscope.html> consulté le 05/02/2019 à 15 :30
- [11] : <https://www.olympus-lifescience.com/fr/microscopes/> consulté le 14/11/2018 à 14 :30
- [12] : Loria ZALMAÏ, Thèse pour le diplôme D'état de docteur en pharmacie, Applications des lames virtuelles en cyto-hématologie : création d'une banque de cas cytologiques atypiques et mise en place d'une évaluation externe de la qualité du myélogramme sous forme de frottis numérisés, 12/11/2014.
- [13] : David Ameisen, Gilles Le Naour et Christel Daniel, [Technologie des lames virtuelles - De la numérisation à la mise en ligne \[en ligne\]](#), novembre 2012 à Paris, pages 977-982, disponible sur https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2012/11/medsci20122811p977/medsci20122811p977.html > consulté le 09/02/2019.
- [14] : <https://numerique.univ-paris13.fr/wp-content/uploads/Lames-virtuelles-P131.png>
- [15] : Béatrice Vergier et Catherine Guettier, L'utilisation des lames virtuelles en pédagogie [en ligne], 12/11/2012, pages 986-989, disponible

sur<https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2012/11/medsci20122811p990/medsci20122811p990.html>,consulté le 08/02/2019.

[16] : Relais H ,olympus VS110 :un système de lames virtuelles multi-applications, mardi 16 février 2010, disponible sur <<https://www.reseau-chu.org/article/olympus-vs110-un-systeme-de-lames-virtuelles-multi-applications/>>consulté 30/11/2018 à 14 :00. Mis à jour le : 17-06-2019

[17] :<https://recherche.chusj.org/fr/Services/Plateformes/Plateforme-d-imagerie-microscopique/AxioScan-Zeiss-AxioScan-Z1-slide-scanner> Mis à jour le 18/06/2018 ,consulté le 30/11/2018 à 14 :30 .

[18] :<https://www.biocompare.com/12104-Equipment/4462209-Axio-Scan-Z1-Slide-Scanner/> Mis à jour le 01/01/2014, consulté le 30/11/2018 à 14 :40.

[19] : <https://www.projet-plume.org/fiche/sakai> mettre à jour le 06/01/14, consulté le 27/09/2019 à20 :37

[20] :http://www.cpm.upmc.fr/fr/les_outils_a_votre_disposition/sakai.html Consulté le 27/09/2019 à20 :50.

[21] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Moodle_image_campture_Moodle_-_Wikip%C3%A9dia.pdf consulté le 30/11/2018 à 15 :10.

[22] : <https://www.projet-plume.org/fiche/moodle> consulté le 31 octobre 2018 à 21 :20.

[23] :<https://med.nyu.edu/departments-institutes/innovations-medical-education/education-technology/nyu-virtual-microscope> consulté en 31/10/2018 à 22 :09 .

[24] : <https://micropicell-scan.univ-nantes.fr/NDPServe.dll?ViewItem> consulté le 25/10/2018 à 9 :30.

[25] :<https://micropicell.univ-nantes.fr/scanner-de-lames-nanozoomer-hamamatsu-1066537.kjsp> Mis à jour le 06 juin 2016, consulté le 25/10/2018 à 10 :07.

[26] :<https://www.tribvn-hc.com/lancement-de-nouvelle-version-de-calopix-3-2-0/> Mise à jour le 22/05/2019,consulté le 08/02/2019 à 18 :12.

[27] : BouzidiHadjer, mémoire de projet de fin d'étude implémentation d'un serveur web pour la gestion d'un calendrier d'un service d'hôpital, université Abou Baker Belkaid de Tlemcen, 2014-2015, page53-57.

[28] : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/db/Mod%C3%A8le-client-serveur.svg/1280px-Mod%C3%A8le-client-serveur.svg.png>

[29] :<http://www.apokromat.hu/iserv/dlfiles/dl.php?ddl=cx41-catalog-new.pdf> ,consulté le 20/04/2019

- [30] : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-java-485/> consulté le 24/04/2019 à 14 :24
- [31] : <https://openclassrooms.com/fr/courses/626954-creez-votre-application-web-avec-java-ee/619346-outils-et-environnement-de-developpement>consulté le 24/04/2019 à 12 :45 Mis à jour le 10/03/2017
- [32] : <https://www.javatpoint.com/java-mail-api-tutorial> consulté le 26/05/2019 à15 :00
- [33] : <https://fr.netbeans.org/produits/plateforme/features.html> consulté le 27/04/2019 à 17 :14
- [34] : BouzidiHadjer, mémoire de projet de fin d'étude implémentation d'un serveur web pour la gestion d'un calendrier d'un service d'hôpital, université Abou Baker Belkaid deTlemcen, 2014-2015, page51.
- [35]: <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203605-sql-server-structured-query-language-server-definition-traduction/> Mettre à jour le 08/01/19 09:00,consulté le 27/04/2019 à 18 :25.
- [36] : Michaël TRANCHANT „JavaWebServerTomcat, JBoss, JRun, JOnAS [en ligne], Décembre 2008,la page 7,disponible sur <https://lig-membres.imag.fr/plumejeaud/NFE107-fichesLecture/webserver-tomcat-jboss-jrun-jonas_DOC.pdf>consulté le 22/05/2019 à13 :05.