

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Amar Têlidji Laghouat



Faculté des Sciences
Département de Mathématique et Informatique

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en informatique

Thème :

Évaluation automatique : cas des copies au format XML

Présenté par :

CHORANA Aicha

Soutenu le 14 / 01 /2015, devant le jury formé de :

M ^r .	Y. OUINTEN	Président	Université de Laghouat, Algérie	MCA
M ^r	D. ZIADI	Examineur	Université de Normandie, France	Professeur
M ^r	T. BENDOUMA	Examineur	Université de Laghouat, Algérie	MCB
M ^{me} .	H. CHERROUN	Rapporteur	Université de Laghouat, Algérie	MCA

N d'ordre :...../2015 - M / DGI

Dédicaces

A mes parents,

A tous ceux que j'aime,

A tous ceux qui m'aiment,

je dédie ce modeste travail.

Remerciements

En préambule, je remercie ALLAH, le tout Puissant, le miséricordieux, de m'avoir appris ce que j'ignorais, de m'avoir donné la santé, la volonté et le pouvoir d'atteindre ce stade.

Je remercie chaleureusement mes parents qui m'ont beaucoup aidé matériellement et moralement, depuis mon enfance jusqu'à ce que je suis arrivé à ce point-là.

En commençant par remercier sincèrement tout d'abord **M^{me}. Cherroun Hadda** ; ma directrice de thèse, pour l'encadrement et pour m'avoir encouragé et guidé par son sens d'accueil, et ses multiples conseils, en dépit de ses occupations, pour la disponibilité, la patience, la confiance, les conseils qu'elle m'a prodigué, et pour tout le temps et l'énergie qu'elle a consacré à la réalisation de ce travail.

Je remercie aussi messieurs **Ziadi Djelloul** et **Slimane Oulad Naoui** qui m'ont familiarisé avec ce domaine de recherche passionnant et je leurs ai espéré de bonne continuation et plus de conciliation dans leurs carrières de recherche.

Mes remerciements vont en outre à l'adresse des membres du jury qui ont bien voulu nous honorer de leur présence :

- M^r. **Y. OUINTEN**, M C A à l'université de Laghouat.
- M^r. **D. Ziadi**, professeur à l'université de Normandie, Rouen France,
- M^r. **T. Bendaouma**, M C B à l'université de Laghouat.
- M^r. **M.B. YAGOUBI**, Professeur à l'université de Laghouat.

Merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Plus particulièrement, **M^r. A. Lakhdari** MA à l'université de Laghouat.

Merci à tous.

Sommaire

Table des figures	iv
Liste des tableaux	v
Introduction générale	1
1 Généralités sur l'évaluation	5
1.1 Définition	6
1.1.1 Pourquoi évaluer ?	6
1.1.2 C'est quoi l'évaluation ?	7
1.2 Différentes stratégies de l'évaluation	8
1.2.1 L'évaluation sommative	9
1.2.2 L'évaluation formative	10
1.2.3 L'évaluation diagnostique	10
1.3 Qui évalue ?	11
1.3.1 L'auto-évaluation	11
1.3.2 L'évaluation par les pairs	12
1.3.3 L'évaluation collaborative	13
1.4 Évaluer quel niveau de connaissance ?	13
1.4.1 La connaissance	14
1.4.2 La compréhension	15
1.4.3 L'application	15
1.4.4 L'analyse	15
1.4.5 La synthèse	16
1.4.6 L'évaluation	16
1.5 Les types de questions	16
1.5.1 Questions fermées	16
1.5.2 Questions semi-ouvertes	17
1.5.3 Questions ouvertes	17
1.6 Des évaluations variées	18
1.6.1 Avec ou sans les TIC	18
1.6.2 L'évaluation authentique	18
1.7 L'évaluation électronique	19
1.7.1 Définition	20
1.7.2 Taxonomie de l'évaluation électronique	20

1.7.3	Historique	21
1.7.4	Domaines et techniques utilisées	24
1.7.4.1	Questions à choix multiples (QCM)	24
1.7.4.2	Questions à réponses construites	25
1.7.5	Les avantages d'une évaluation électronique	32
1.8	Conclusion	35
2	L'évaluation des compétences TIC	36
2.1	Les compétences TIC	36
2.1.1	Utilisation de l'ordinateur et gestion des fichiers	36
2.1.2	Suite bureautique	37
2.1.3	Navigation Web et messagerie	38
2.2	L'évaluation des compétences TIC	38
2.2.1	Systèmes de certification des compétences TIC	39
2.2.1.1	ECDL ou PCIE	39
2.2.1.2	Certification MOS	40
2.2.2	Techniques et travaux d'évaluation des compétences TIC	41
2.2.2.1	Travaux basés sur VBA	43
2.2.2.2	Travaux basés sur XML	44
2.2.2.3	Travaux basés sur COM technologie	46
2.2.2.4	Autres techniques	48
2.2.2.5	Synthèse et discussion	50
2.3	Conclusion	52
3	Notre approche d'évaluation et expérimentation	53
3.1	Vue globale de notre approche	53
3.2	Implémentation	56
3.2.1	Identification des ingrédients	57
3.2.1.1	Technologies d'interrogation des documents XML	57
3.2.1.2	Analyseurs syntaxiques XML	59
3.2.1.3	Choix des technologies	61
3.2.1.4	Granularité	62
3.2.2	Architecture de l'outil	62
3.2.2.1	Interface de l'enseignant	63
3.2.2.2	Parseur DOM	63
3.2.2.3	Extracteur XPath	64
3.2.2.4	Miner :Recherche des compétences	64
3.2.2.5	Attribution des notes	64
3.2.3	Scénario d'évaluation avec notre outil	65
3.3	Expérimentation	66
3.3.1	Banc d'essai	66
3.3.2	Résultats et discussion	67
3.4	Conclusion	71

Conclusion générale	72
Bibliographie	74
A Compétences traitement de texte	81
B Technologie XML	86
B.1 Le XML	86
B.2 Le document XML	86
B.3 XML pour MS Office : Office Open XML	92
2.3.1 Structure interne d'un fichier OpenXML	93
2.3.2 WordprocessingML	94
2.3.3 Document WordprocessingML minimal	95
C Épreuve et résultats	96
C.1 Épreuve MS Word	96
C.2 Résultats	98

Table des figures

1.1	Autour de l'évaluation	6
1.2	Les stratégies d'évaluation intégrées dans le processus d'apprentissage . .	8
1.3	Les six niveaux cognitifs de la taxonomie de Bloom(originale) 1956 . . .	14
1.4	La version révisée de la taxonomie de Bloom par Anderson et al. 2001 . .	14
1.5	Une question (a) avant les étapes sont révélées à l'étudiant; (b) après les étapes ont été révélées. Reproduit avec la permission du Programme SCHOLAR (Université Heriot-Watt) [Jor13].	28
1.6	Une question « OpenMark » montrant les feedback sur les tentatives répétées à une question [Jor13].	29
1.7	Une question de STACK répondu correctement [Jor13].	30
2.1	Taxinomie des travaux d'évaluation des compétences TIC selon la représentation	42
2.2	Taxonomie des travaux d'évaluation des compétences TIC selon la technologie	43
2.3	La structure de l'outil PARSI	45
2.4	Un extrait du fichier de configuration XML [LI12].	46
2.5	L'organigramme de l'évaluation.	48
2.6	Capture écran de l'outil Word Grader [Hil11].	49
3.1	Vue globale de l'approche F3A.	55
3.2	Analyseurs syntaxiques des document XML (Sax et DOM).	60
3.3	Structure de l'outil.	63
3.4	Scénario d'évaluation par notre outil	65
3.5	La distribution des notes des étudiants selon l'écart entre évaluation automatique/manuelle.	68
3.6	Taux de similarité entre évaluation automatique/humain par compétence.	70
B.1	Exemple d'un document XML (<i>bibliographie.xml</i>).	87
B.2	Exemple de DTD du document <i>bibliographie.xml</i>	90
B.3	Exemple de Schéma XML correspondant au document XML <i>bibliography.xml</i>	92
B.4	Contenu d'un fichier OpenXML Office (Word).	93
B.5	La partie content-type d'un document WordprocessingML minimal.	95
B.6	La partie relation de package d'un document WordprocessingML minimal.	95
B.7	La partie document d'un document WordprocessingML minimal.	95

Liste des tableaux

2.1	Les caractéristiques des systèmes d'évaluation des compétences TIC étudiés	51
A.1	Les compétences requises de la catégorie "Utilisation de l'application"	82
A.2	Les compétences requises de la catégorie "création d'un document"	82
A.3	Les compétences requises de la catégorie "Formatage"	83
A.4	Les compétences requises de la catégorie "Objets"	84
A.5	Les compétences requises de la catégorie "Publipostage"	84
A.6	Les compétences requises de la catégorie "Finition des documents"	85
C.1	écart entre notes obtenues par évaluation humaine/outil.	98
C.2	Les notes détaillées de 100 copies par correction humaine.	101

Abstract

Assessment is an essential step in any learning process. Especially in ICT learning which are became fundamental required skills for any person of our era.

In this work, we have proposed a new generic approach for automatic assessment of ICT skills in an authentic assessment context where the learner is tested in real-life situation. Our approach relies on the potential of XML format and its related technologies. Indeed, our approach uses the XML format as a structure to represent both produced documents by learners and teacher's model document. Thus, assessment is to parse and extract related paths to required skills from the XML tree structure of teacher's correct document. Then, confront them with those of learners' documents. As a result of this confrontation, a mark is assigned according to the similarity. In order to validate the performances of our approach, we have developped an automatic assessment tool for of word processing skills using Microsoft Word program. Assessment is done on real exam of one hundred students. The results show the effieience of our assessment approach. Indeed, automatic assessment results are very close to those obtained by manual assessment.

Keywords : Automatic assessment, certification, ICT skills, Word processing, XML, XPath.

Résumé

L'évaluation est une phase indispensable dans tout processus d'apprentissage. Spécialement dans l'apprentissage des TIC qui sont devenues des compétences élémentaires exigées à toute personne de notre ère.

Dans ce travail, nous avons proposé une nouvelle approche générique pour l'évaluation automatique des compétences TIC dans un contexte d'une évaluation authentique où l'apprenant est testé dans une situation réelle. Notre approche s'appuie sur le potentiel du format XML et les technologies relatives. En effet, notre approche utilise le format XML comme structure pour représenter aussi bien les documents produits par les apprenants et le document corrigé type de l'enseignant. Ainsi, l'évaluation consiste à analyser et extraire de la structure arborescente du document XML de l'enseignant, les chemins liés aux compétences requises. Puis les confronter avec ceux des documents d'apprenants. Suite à cette confrontation, une note est assignée selon la similarité. Afin de valider les performances de notre approche, nous avons développé un outil d'évaluation automatique des compétences traitement de texte utilisant le programme Microsoft Word. L'évaluation est faite sur un examen réel d'une centaine d'étudiants. Les résultats ont montré l'efficacité de notre l'approche d'évaluation. En effet, l'évaluation automatique a donné des résultats très proches d'une évaluation humaine.

Mots clés : Évaluation automatique, compétences TIC, certification, traitement de texte, XML, XPath.

Introduction générale

Contexte

L'évaluation est une part très importante dans plusieurs processus tels que : la fabrication, l'ingénierie, la programmation, l'apprentissage...etc. On s'intéresse dans ce travail, à l'évaluation dans le processus d'apprentissage.

Lorsque cette évaluation est une tâche répétitive et réalisée par l'être humain, son coût en terme de temps et d'efforts devient très important. De plus, les erreurs qui peuvent être commises, ainsi que la subjectivité sont inévitable.

L'essor fulgurant des technologies de l'information et de la communication (*TIC*) a envahi tous les domaines de notre vie. Par exemple, le domaine d'apprentissage a vu l'émergence de nouveaux paradigmes tels que : les environnements ou plateformes d'apprentissage (*LMS : Learning Management System*), l'enseignement à distance (*e-learning*) et les cours de masse en ligne et ouverts (en anglais : *Massive Open Online Course, MOOC*).

Les nouvelles formes d'apprentissage, la hausse de la demande d'évaluation et de la certification des compétences, les inconvénients de l'évaluation par l'humain, ont rendu l'utilisation des TIC indispensable.

Automatiser partiellement ou totalement le processus d'évaluation engendre un nouveau type d'évaluation : l'évaluation électronique (ou *e-assessment*). Plus particulièrement, on s'intéresse à l'évaluation des compétences TIC, via une évaluation authentique. Dans cette dernière, le candidat est mis dans une situation réelle ou simulée pour démontrer sa maîtrise des compétences. Ceci permet l'évaluation des niveaux cognitifs élevés (application, analyse, évaluation). Chose non permise par une évaluation classique.

En fait, le but d'automatiser le travail de l'humain dans cette tâche laborieuse reste encore un champ de recherche assez attirant et qui a attiré l'attention des chercheurs au cours de ces dernières décennies.

Problématique et objectifs

Plusieurs tentatives d'automatisation du processus d'évaluation pour plusieurs domaines dans la littérature [LI12] tels que les mathématiques [San13], l'apprentissage des langues (orale et écrit) [L'H11], la programmation [IAKS10] [DLO05] et autres. Cependant peu de travaux d'évaluation électronique des compétences pratiques en TIC ; en particulier, très peu de travaux pour les programmes d'une suite bureautique [KG12]. De plus, la majorité de ces outils développés sont soit semi automatique, soit se basent sur une technologies ou format spécifique (par exemple : les macros VBA). En outre, quelques outils se basent sur les QCM, ce qui ne permet d'évaluer que des niveaux cognitifs de base (connaissances, compréhension) d'un apprenant. Dans le contexte d'évaluation des compétences pratiques TIC, il est préférable de mettre l'apprenant dans une situation réelle (évaluation authentique) afin de pouvoir évaluer son savoir-faire (vérifier si les apprenants sont capables de mettre en pratique les connaissances et les compétences qu'ils ont acquis).

L'objectif de corriger des centaines, voire des milliers d'épreuves, suscite espoir et intérêt chez tous les enseignants. Cependant, ces attentes ont une série d'obstacles :

- Les outils d'évaluation sont rarement automatiques à 100% et nécessitent souvent une intervention humaine (le recours à l'enseignant pour aider à la correction des cas spécifiques ou le développeur pour changer les questions),
- Les outils développés sont spécifiques à un contexte ou domaine donné et sont rarement adaptables à un autre contexte,
- La majorité des outils existants se basent sur les questions à choix multiples (QCM), par conséquent, ils ne permettent d'évaluer que des niveaux cognitifs de base (connaissance et compréhension),
- L'utilisateur d'un outil d'évaluation automatique a tendance à bâtir son sujet en fonction des possibilités offertes par cet outil,
- Les différentes suites bureautiques ne sont pas compatibles au niveau des modèles d'objet (par exemple : OpenOffice et MS Office) ou des technologies qu'elles peuvent utiliser (VBA, COM),
- L'incompatibilité des formats de fichiers entre les versions d'une même suite bureautique.

Dans ce travail, compte tenu de l'ensemble des constats cités plus haut, on propose d'éliminer certaines restrictions, en concevant une approche plus générale et en développant un outil d'évaluation automatique, basé sur notre approche proposée, qui satisfait au mieux les contraintes suivantes :

- donner assez de liberté à l'apprenant pour qu'il puisse exprimer son savoir et savoir-faire via une évaluation authentique ;
- minimiser le travail du concepteur de l'outil d'évaluation(être indépendant du domaine d'enseignement),
- minimiser le travail de l'enseignant en amont de l'évaluation(ne pas fournir trop de connaissances au système pour effectuer l'évaluation),
- minimiser le travail de l'enseignant en aval de l'évaluation(lui permettre d'obtenir une évaluation automatique.
- travaillant indépendamment des formats ou technologies spécifiques aux programmes qu'on veut évaluer ses compétences.

Contribution

Dans ce travail, nous avons deux contributions :

- a) La première contribution est la proposition d'une approche générale indépendante pour l'évaluation des compétences TIC des programmes d'une suite Office basée sur le format universelle XML. contrairement à la majorité des approches existantes.
- b) La deuxième contribution consiste à l'illustration de notre approche via le développement d'un outil basé sur notre approche afin de la valider et de prouver sa performance. Initialement, nous considérons que les compétences du traitement de texte par le programme le plus utilisée Microsoft Word.

Concernant la première contribution : nous avons proposé une approche basée sur l'extraction d'information à partir des documents XML. L'approche consiste à convertir les documents des étudiants ainsi que le document d'enseignant en format XML. Ces documents sont analysés syntaxiquement par un *Parser* pour pouvoir les exploiter. Enfin, la dernière étape de notre approche est l'interrogation du document XML d'étudiant par une des technologies d'interrogation des documents XML (XPath, XQuery,...) et puis l'attribution des notes selon la similarité entre corrigé type de l'enseignant et les documents des étudiants.

Pour la deuxième contribution : nous avons développé un outil d'évaluation automatique des compétences pratique en traitement de texte par Microsoft Word.

- Permettre d'utiliser l'application Microsoft Word réellement.
- Permettre aux examinateurs de créer leurs propre tests et d'ajouter leurs propres barèmes.

- Évaluer automatiquement le travail des étudiants des étudiants.

Structure du document

Mise à part cette introduction, et trois annexes. Ce mémoire est scindé en trois chapitres et une conclusion générale.

Chapitre 1 Ce chapitre présente le domaine d'évaluation avec ses concepts clés en générale et l'évaluation électronique, ainsi qu'un historique de ses domaines d'application avec les différents techniques utilisées et ses avantages.

Chapitre 2 Ce chapitre est réservé au domaine d'évaluation des compétences TIC. Nous présentons quelques systèmes de certification et un état de l'art. Ainsi, nous présentons les technologies utilisées par les outils d'évaluations étudiés, en concluant par une synthèse et discussion de ces travaux.

Chapitre 3 Dans ce chapitre, nous motivons et décrivons en détail notre approche d'évaluation automatique basée sur XML. Nous exposons l'outil développé afin d'illustrer notre approche avant de décrire notre étude expérimentale.

Dans la première annexe A ; nous exposons les compétences traitement de texte tels que définit par ECDL. Puis la technologie XML, ainsi que le format Office Open XML, sont appelés dans la seconde annexe B. L'annexe C, décrit l'épreuve utilisée comme examen de test, ainsi que certains tableaux des résultats.

Chapitre 1

Généralités sur l'évaluation

L'évaluation est indispensable pour le processus d'apprentissage. Elle sert principalement à attribuer une appréciation ou vérifier si les objectifs pédagogiques sont atteints par les étudiants. Elle possède plusieurs d'autres rôles parmi eux : l'amélioration du contenu du programme enseigné revoir les méthodes d'enseignement et bien d'autres rôles que nous allons détailler dans le présent chapitre.

Tous les efforts des sociétés durant plus d'un demi-siècle passent vers la vulgarisation de l'enseignement et la formation. Ainsi, le nombre croissant d'étudiants au cours des dernières décennies exige aux enseignants de consacrer beaucoup de temps et efforts dans la tâche d'évaluation. Et vue l'usage et l'évolution fulgurante des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans tout les domaines de notre vie quotidienne, de même que dans l'éducation, un nouveau paradigme est né, c'est le *e-assessment* ou *l'évaluation électronique* qui consiste à l'utilisation des TIC pour évaluer. La recherche et le développement de ce dernier ne cesse de s'accroître et doit être une partie intégrante des instituts éducatifs.

Dans une première partie de ce chapitre nous allons présenter le processus *d'évaluation* dans le domaine d'éducation en donnant quelques définitions et concepts clés relatives à ce domaine. La figure 1.1 synthétise l'organisation de la première partie de ce chapitre et les questions auxquelles il répond : C'est quoi l'évaluation ? pourquoi évaluer ? Quand évaluer ? Comment évaluer ? Quoi évaluer ? Utiliser quel type de questions ? et via quoi évaluer ? Les réponses aux questions précédentes nous permettent de définir les paramètres concernant notre étude. Ensuite dans la deuxième partie de ce chapitre nous allons faire un tour d'horizon du domaine de l'évaluation électronique commençant par sa définition, ses types, son histoire, les domaines d'application ainsi que les techniques utilisées. Finalement, nous terminerons ce tour d'horizon par mentionnant les avantages de l'évaluation électronique.

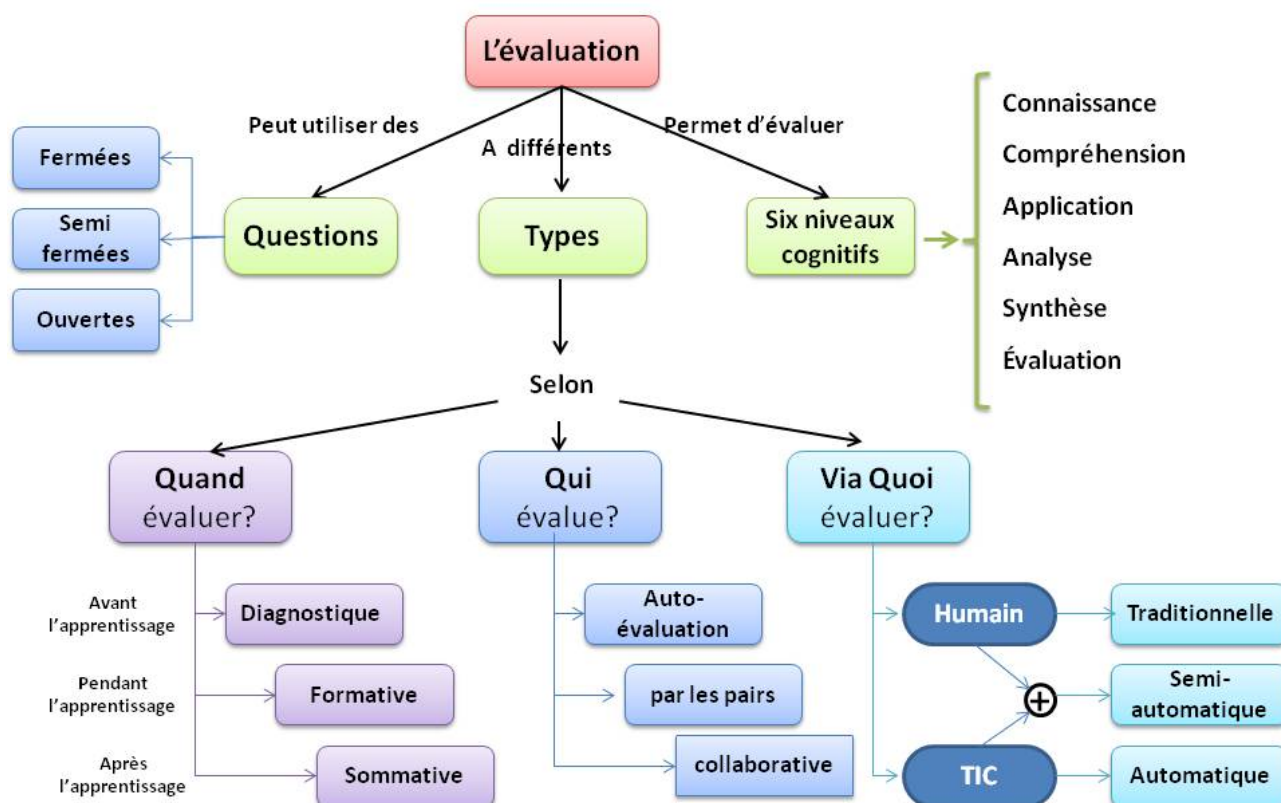


FIGURE 1.1 : Autour de l'évaluation

1.1 Définition

Dans cette première partie, nous donnons la définition de l'évaluation toute en commençant par souligner son importance dans le processus d'apprentissage.

1.1.1 Pourquoi évaluer ?

L'évaluation est une composante importante du processus d'apprentissage.

Selon Hadji [Cha97] :

«L'évaluation dans un contexte d'enseignement a pour fin légitime de contribuer à la réussite de l'enseignement, c'est-à-dire à la construction de savoirs et de compétences par les élèves»

Du côté enseignants, l'évaluation est un outil indispensable, elle aide à la vérification de l'atteinte des objectifs qu'ils ont défini par les apprenants.

La plupart des acteurs du processus d'apprentissage ont une simple compréhension de l'évaluation. Ils la voient comme un ensemble de données pour mesurer l'apprentissage des élèves et de leur donner une note à la fin d'un cours ou d'un programme, mais elle est beaucoup plus que cela, ci-dessous sept buts de l'évaluation qui ont été identifiés par [KKK99]

- a) Améliorer l'apprentissage des élèves.
- b) Identifier les forces et les faiblesses des élèves.
- c) Recueillir des données pour améliorer l'efficacité de différentes stratégies d'enseignement.
- d) Évaluer et améliorer l'efficacité des programmes d'études.
- e) Évaluer et améliorer l'efficacité de l'enseignement.
- f) Collecte de données administratives qui peuvent être utiles dans la prise de décisions.
- g) Pour communiquer et impliquer les parents et les autres parties prenantes.

1.1.2 C'est quoi l'évaluation ?

Au sens étymologique du terme, évaluer vient de « *ex-valuere* », c'est-à-dire « *extraire la valeur de* », « *faire ressortir la valeur de* ».

Et parmi l'ensemble des définitions de l'évaluation qui existent dans la littérature, celle de De Ketele, reste encore aujourd'hui parmi les plus opérationnelles et les plus complètes [Roe04] :

« Évaluer signifie recueillir un ensemble d'informations suffisamment pertinentes, valides et fiables et examiner le degré d'adéquation entre cet ensemble d'informations et un ensemble de critères adéquats aux objectifs fixés au départ ou ajustés en cours de route, en vue de prendre une décision » [DK89].

Ainsi, l'évaluation est une procédure complexe qui comporte une phase d'observation et d'analyse, une opération mentale de jugement et enfin l'expression de ce jugement sous forme quantitatif (note chiffrée) ou qualitative (verbale ou non verbale) sur la valeur d'une personne, d'un objet, d'un processus, d'une situation ou d'une organisation en comparant les caractéristiques observables à des normes établies, à partir de critères explicites, en vue de fournir des données utiles à la prise de décision dans la poursuite d'un but ou d'un objectif [JB00].

1.2 Différentes stratégies de l'évaluation

Il y a différentes stratégies d'évaluation, selon les objectifs donnés, le moment de l'évaluation et son effet à l'intérieur du système éducatif.

Crisp [Cri09] illustre trois formes d'évaluations ; sommative, formative et évaluation diagnostique en relation avec le processus d'apprentissage. La figure 1.2 montre un modèle simple de ces relations. Les trois types, bien que complémentaires, diffèrent, sans s'opposer ni se contredire, puisqu'elles se sont données des objectifs différents. Elles permettent d'atteindre les buts visés, à savoir l'aide à l'apprentissage ou reconnaissance de compétences.

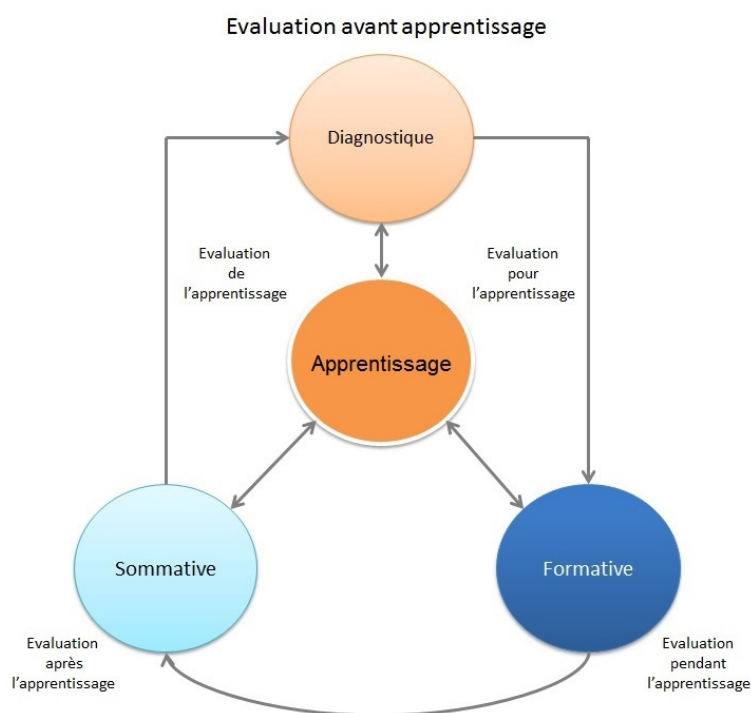


FIGURE 1.2 : Les stratégies d'évaluation intégrées dans le processus d'apprentissage

1.2.1 L'évaluation sommative

L'évaluation sommative est le type le plus répandu d'évaluation des étudiants dans les institutions académiques. C'est une partie à la fin d'une séquence d'apprentissages, à la fin d'un cours ou à la fin d'un programme, elle sert essentiellement à porter un jugement global sur l'atteinte des objectifs d'apprentissage et à rendre une décision en attribuant éventuellement une note à l'étudiant. Ce type d'évaluation permet de :

- Évaluer le degré d'acquisition des connaissances et la compréhension chez l'étudiant.
- Évaluer l'enseignant et son enseignement.
- Avoir une note pour l'administration.
- Faire un classement et un réajustement nécessaire.

Toutes les informations recueillies avec l'évaluation sommative sont très importantes pour le processus de notation, mais peut également être utilisé à des fins diagnostiques. Ainsi, elles sont utiles pour détecter une éventuelle inefficacité des programmes ou aider à évaluer l'alignement des programmes et les objectifs d'amélioration des écoles. Ces faiblesses peuvent être diagnostiquées par l'évaluation sommative, mais aucun ajustement ou intervention peut être fait au cours du processus d'apprentissage. Pour atteindre cet objectif il faut utiliser l'évaluation formative.

L'évaluation sommative peut prendre différentes formes :

La forme normative

C'est une évaluation qui consiste à faire correspondre les résultats des élèves à une norme. L'utilisation d'un barème induit la référence à une norme. Ce type d'évaluation situe les individus les uns par rapport aux autres, en fonction des scores obtenus par les membres d'un groupe de référence. Dans l'évaluation scolaire courante, la norme de référence est bien souvent constituée par les performances moyennes du groupe classe (résultats comparés aux résultats du groupe, ce qui autorise une procédure de classement ou de sélection). Ce type d'évaluation ne nous renseigne guère sur la compétence de cet élève. Il ne fait qu'attribuer une place dans un groupe de référence ayant subi la même épreuve.

La forme critériée

Une évaluation est dite critériée quand elle réfère la performance d'un élève à des critères. Dans ce cas, contrairement à la précédente, la performance d'un élève est évaluée par rapport à l'objectif fixé.

Par l'évaluation critériée, l'enseignant cherche à déterminer le niveau minimum souhaitable des capacités à acquérir par les élèves (sans égard à la performance des autres) et l'évaluation des résultats par rapport aux objectifs à atteindre pour émettre ensuite un jugement dichotomique de réussite ou d'échec..

1.2.2 L'évaluation formative

En 1967 Michael Scriven [Scr67] recommandait d'utiliser un processus de collecte d'information pour améliorer un programme. Il nommait ce mécanisme «*évaluation formative*».

«l'évaluation formative est un processus d'évaluation continue ayant pour objectif d'assurer la progression des individus engagés dans une démarche d'apprentissage ou de formation, selon deux voies possibles : soit par des modifications de la situation ou du contexte pédagogique, soit en offrant à chaque individu l'aide dont il ou elle a besoin pour progresser, et ce, dans chacun des cas, pour y apporter, s'il y a lieu, des améliorations ou des correctifs appropriés. La « décision action », c'est-à-dire la régulation, a pour objet soit la situation d'apprentissage, soit l'individu lui-même. L'évaluation formative doit permettre à l'apprenant de remédier à ses erreurs et à ses lacunes peu après leur apparition et avant que ne s'engage un processus cumulatif» [Sca00].

Les auteurs [BW06] [Sca00] affirment aussi que ce type d'évaluation est d'une grande importance en raison des possibilités d'amélioration et de correction du processus d'apprentissage qu'il favorise.

En ce qui concerne l'élève,

L'évaluation formative a comme avantage de lui fournir une rétroaction(feed-back) détaillée sur ses forces et ses défis en lien avec les résultats attendus. Cette rétroaction sert à réguler les apprentissages.

En ce qui concerne l'enseignant,

L'évaluation formative l'aide à découvrir les conceptions erronées des élèves et à choisir des moyens d'intervention pour les corriger, soit par l'adaptation de son dispositif d'enseignement, soit par le changement de la manière d'enseignement.

1.2.3 L'évaluation diagnostique

C'est une évaluation faite avant ou au début d'un cours ou d'un programme. On différencie parfois évaluation diagnostique et pronostique. La première sert d'abord l'apprenant, permettant d'adapter son parcours ou de prendre des mesures de remédiation. La seconde sert plutôt l'évaluateur. Elle est utilisée entre autres pour vérifier les prérequis et contrôler l'accès à des cours ou programmes. L'évaluation diagnostique permet :

- De déterminer la présence ou l’absence d’habiletés jugées nécessaires (pré-requis) pour aborder l’apprentissage d’une nouvelle unité d’enseignement. En effet, avant d’entreprendre un apprentissage, l’enseignant doit chercher à s’assurer que ses élèves ont assimilé les savoirs et savoir-faire indispensables pour la suite en dressant un état des pré-acquis de chacun dans le domaine à étudier. C’est le niveau préalable dans la capacité que l’on cherche à développer. Ainsi les objectifs éducatifs d’un degré constituent des pré-requis pour le suivant.
- De déterminer le niveau de maîtrise des objectifs d’un cours en vue de situer l’élève au point de départ le plus approprié.
- De classer les élèves dans des groupes distincts selon certaines caractéristiques telles l’intérêt, la personnalité, l’aptitude ou toute autre variable reconnue comme étant liée à une stratégie particulière d’enseignement ou encore à un type d’apprentissage donné.

De la définition et de l’évaluation formative (voir section 1.2.2) on peut dire que l’évaluation diagnostique est une forme particulière de l’évaluation formative. Une différence est qu’elle n’est pas formative de l’étudiant, mais de l’enseignant pour lui permettre d’organiser le contenu du cours.

1.3 Qui évalue ?

La tâche d’évaluation peut être attribuer à plusieurs acteurs du processus d’apprentissage. Lorsque c’est l’apprenant lui même qui évalue son apprentissage, nous parlons d’auto-évaluation. Celle-ci peut être affectée aux pairs, comme elle peut être affecté à toute la communauté de l’apprentissage(enseignants, apprenant,...).

1.3.1 L’auto-évaluation

L’auto-évaluation c’est quand l’apprenant évalue son propre travail. Plusieurs auteurs ont défini l’auto-évaluation comme étant le jugement de l’apprenant sur son propre travail, fondée sur des preuves et des critères explicites afin d’améliorer ses futures résultats (McMillan & Hearn, 2008) [MH08] (Rolheiser & Ross, 2001) [RR01].

(Rolheiser & Ross, 2001) [RR01] fournissent une présentation détaillée des effets de l’auto-évaluation sur le rendement des élèves, ils affirment que l’apprentissage des élèves va s’améliorer parce que :

- L’auto-évaluation portera l’attention des élèves sur les objectifs mesurés.
- L’évaluation fournit aux enseignants des informations qu’ils n’aurait pas.
- Les élèves prêteront plus d’attention à l’évaluation.
- La motivation des élèves sera renforcée.

Pourquoi les enseignants font recours à l'auto-évaluation ? Une variété de réponses existent. (Ross, 2006) [Ros06] regroupe les réponses les plus communes :

- L'engagement des élèves dans les tâches d'évaluation accroît quand ils sont impliqués dans l'évaluation de leur propre travail. Plus particulièrement quand ils obtiennent la possibilité de contribuer à des critères sur lesquels les travaux seront évalués, ils sont de plus enthousiaste.
- L'utilisation de l'auto-évaluation est essentielle pour obtenir l'intérêt et l'attention des élèves parce qu'il se dirige plus de variété dans les méthodes utilisées dans le processus d'évaluation.
- Lors de la pratique d'auto-évaluation d'autres informations importantes sont recueillies par les enseignants, par exemple, l'effort mis par les étudiants dans la préparation d'une tâche.
- La rentabilité de l'auto-évaluation est plus élevée que d'autres techniques.
- Si les étudiants se partagent la responsabilité de l'évaluation de ce qu'ils ont appris, il est mis en preuve qu'ils apprennent plus.

1.3.2 L'évaluation par les pairs

Quand on parle de la définition de l'évaluation par les pairs, Topping [Top98] est l'auteur le plus communément cité, il l'a défini comme étant «une interaction entre des individus appelés à examiner la quantité, le niveau, la valeur, la justesse la qualité et la réussite des productions ou des résultats d'apprentissage des autres individus de même statut ». Cette explication signifie que, dans un environnement éducatif où l'évaluation par les pairs est exercée, les élèves évaluent la qualité de leurs collègues et leurs donnent une rétroaction. L'évaluation par les pairs a un grand potentiel, mais Topping souligne la difficulté à voir les facteurs responsables aux effets de l'évaluation par les pairs. Pour éviter de telles complications, il est important d'avoir un cadre descriptif cohérent.

Dans le processus d'évaluation par les pairs le travail des enseignants, tuteurs et apprenants en collaboration peut apporter certains avantages à ce dernier. Certains pourraient être la diminution de la charge de travail du personnel et le temps consacré à l'évaluation. D'autres avantages peuvent être le développement des compétences supplémentaires pour les étudiants comme la communication et les capacités d'observation ainsi que l'auto-critique et l'auto-évaluation [ASGK10].

Malgré les avantages de l'évaluation par les pairs, certaines faiblesses ont été identifiées par les chercheurs dans [LSS09] notamment en ce qui a trait au temps consacré à cette tâche par les étudiants, à l'impact de la pression des pairs sur la justesse de l'évaluation, ainsi qu'à l'inaptitude des étudiants à poser un jugement critique sur le travail de leurs pairs.

Ils ont exploré les perceptions des étudiants à l'égard d'un système d'évaluation en ligne par les pairs. Ils ont conclu que l'évaluation en ligne par les pairs peut constituer un moyen efficace de réduire la pression des pairs, de diminuer le travail de gestion, de stimuler les interactions entre étudiants et d'améliorer la compréhension des critères d'évaluation par les étudiants ainsi que leurs compétences d'évaluation critique.

1.3.3 L'évaluation collaborative

L'évaluation collaborative ou co-évaluation est un processus d'enseignement et d'apprentissage où les étudiants et les enseignants sont inclus. La participation des étudiants avec les enseignants dans le processus d'évaluation, est un moyen de fournir une possibilité aux élèves de s'auto-évaluer ou d'être intégré dans la clarification des objectifs et des normes, mais l'enseignant ou le tuteur a le contrôle des évaluations finales [Hal95].

[Hal95] a identifié trois objectifs de l'évaluation collaborative. Le premier est le changement de rôle d'étudiants, d'être un étudiant à être un enseignant où l'enseignant joue un rôle essentiel en offrant de l'aide dans ce processus. Un deuxième objectif est de permettre aux étudiants de comprendre comment fonctionne le processus de l'évaluation, Ceci les aide à agir de manière professionnelle quand ils sont en position d'évaluer le travail d'autres élèves. Le troisième est le développement des compétences spécifiques vers une auto-évaluation efficiente et efficace qui est également utile pour le développement éducatif plus loin.

L'une des principales différences entre l'évaluation collaborative, l'auto-évaluation et évaluation par les pairs est la raison pour laquelle elle est utilisée. L'autoévaluation et l'évaluation par les pairs sont généralement utilisés pour l'évaluation formative(voir section 1.2.2) alors que l'évaluation collaborative trouve son utilisation dans l'évaluation sommative (voir section 1.2.1)

Les recherches ont montré que l'évaluation collaborative peut être efficace dans l'amélioration de l'apprentissage des élèves des compétences spécifiques au domaine et des compétences génériques, tels que la prise de décision et la collaboration, ainsi que d'accroître la motivation des élèves [McC02].

Les points faibles de l'évaluation collaborative sont liées à des problèmes d'organisation, telles que la contrainte du temps et le stress et le rôle des enseignants dans le processus d'évaluation. Comme l'a noté [SDM99] «*l'idée que les enseignants font de l'enseignement et de l'évaluation est difficile à changer* ».

1.4 Évaluer quel niveau de connaissance ?

Il existe de nombreuses façons de classer les objectifs d'apprentissages, l'une des premières contributions été celle de Bloom [Blo56], il distingue trois grands domaines :

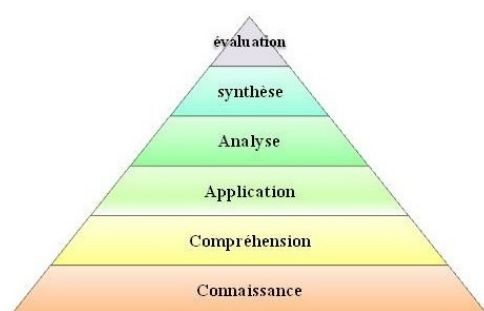


FIGURE 1.3 : Les six niveaux cognitifs de la taxonomie de Bloom(originale) 1956

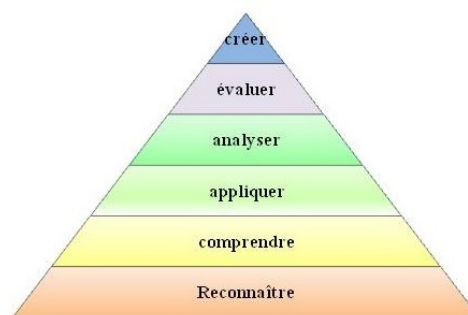


FIGURE 1.4 : La version révisée de la taxonomie de Bloom par Anderson et al. 2001

cognitif, affectif et psychomoteur. Le domaine cognitif se rapporte à la connaissance et le développement des habilités et compétences intellectuelles (le savoir et le savoir-faire), le domaine affectif concerne les attitudes et les émotions générées par l'apprentissage, et le domaine psychomoteur se rapporte à la manipulation ou aux habiletés physiques.

Ces trois domaines ont été analysés à l'intérieur de différentes taxonomies, la plus célèbre étant celle du domaine cognitif [Blo56], Elle se présente sous la forme d'une pyramide composée de six niveaux cognitifs dans un ordre hiérarchique, de complexité croissante (de bas en haut de la pyramide) (voir figure 1.3) : la connaissance, la compréhension, l'application, l'analyse, la synthèse et l'évaluation. Bloom suppose qu'un niveau inférieur doit être maîtrisé avant que le niveau supérieur peut être atteint.

Une autre version révisée de Bloom(voir figure 1.4) existe depuis quelques années(Anderson et al., 2001) [AKA⁺01], laquelle conserve toujours six «niveaux » de cette taxonomie cognitive, mais formulés et présentés sous forme d'actions(verbalisés) dans l'ordre croissant suivant : Reconnaître, comprendre, appliquer, analyser, évaluer et créer. Dans la suite nous détaillons les six niveaux la taxonomie de Bloom en donnant un exemple et une liste des verbes clés pour chaque niveau afin de faciliter la compréhension de ces niveaux.

1.4.1 La connaissance

La connaissance est le niveau le plus bas de la pyramide de Bloom, elle représente la capacité de repérer et de s'en souvenir des informations comme les lois ou les formules.

Un exemple d'un objectif de connaissances est : «*Donner les 6 niveaux de la taxonomie de Bloom ?* ».

Les verbes : citer, décrire, définir, lister, mémoriser, ordonner, identifier, relier, rap-peler, etc.

1.4.2 La compréhension

La compréhension est la capacité de comprendre le sens de l'objet et d'exprimer avec ses propres termes.

Un exemple d'un objectif de compréhension est « *Expliquer la taxonomie de Bloom ?* »

Les verbes : déterminer, interpréter, discuter, expliquer, exprimer, indiquer, situer, reformuler, etc.

1.4.3 L'application

L'application est d'être capable d'utiliser les connaissances de l'apprenant (des idées, des règles, des méthodes, des principes, des théories) pour les appliquer dans des situations particulières et concrètes.

Un exemple d'un objectif de l'application est « *Classer plusieurs exercices d'évalua-tion à l'aide de la taxonomie de Bloom ?* ».

Les verbes : établir, appliquer, employer, illustrer, opérer, pratiquer, schématiser,...

1.4.4 L'analyse

L'analyse est la capacité de décomposer un tout en ses parties constituantes et l'ana-lyse des relations entre ces parties. Les résultats d'apprentissage représentent ici un niveau plus élevé que la compréhension et l'application car ils nécessitent une compréhension du contenu et de la structure.

Un exemple de l'objectif analyse est : « *Identifier dans une recherche les liens établis entre l'utilisation de la taxonomie de Bloom par des enseignants et les capacités d'auto-régulation des apprenants ?* ».

Les verbes : analyser, catégoriser, comparer, contraster, critiquer, distinguer, exa-miner, expérimenter,...

1.4.5 La synthèse

La synthèse est la capacité de combiner des fragments, des parties, des éléments de façon à composer un tout cohérent, un plan, une structure que l'on ne percevait pas auparavant. Cela peut impliquer la production d'une communication unique, un plan d'opérations (projet de recherche), ou un ensemble de relations abstraites (schéma de classification de l'information).

Un exemple d'un objectif de synthèse est de «*Construire des exercices d'évaluation en se servant de la taxonomie de Bloom ?*».

Les verbes : collecter, composer, construire, créer, développer, organiser, proposer, écrire, réaliser une œuvre personnelle, etc.

1.4.6 L'évaluation

L'évaluation est le niveau le plus haut de la pyramide de Bloom, elle est la capacité de juger (à l'aide d'un critère) de la valeur d'une idée (méthode, rapport de recherche, poème, etc.) pour un objectif donné. Le jugement peut être qualitatif ou quantitatif. Les résultats d'apprentissage dans ce niveau sont les plus élevés dans la hiérarchie cognitive, car ils contiennent des éléments de tous les autres niveaux.

Un exemple d'un objectif de l'évaluation est : «*Donner les avantages et inconvénients de la taxonomie de Bloom ?* ».

Les verbes : argumenter, évaluer, comparer, justifier, estimer, juger, prédire, etc

1.5 Les types de questions

Généralement, l'évaluation se fait via des questions. Ces questions permettent d'évaluer différents niveaux cognitifs de la taxonomie de Bloom. Nous pouvons distinguer trois catégories de ces questions : les questions ouvertes dont l'apprenant répond avec ses propres mots, les questions fermées où l'apprenant doit choisir la(ou les) bonne(s) réponse(s) parmi une liste de choix proposée, et la troisième catégorie est les questions semi-ouvertes constituées d'une composition des deux premiers.

1.5.1 Questions fermées

Ce sont des questions pour lesquelles on propose un choix limité de réponses. L'ensemble des réponses possibles est connue par les étudiants et l'enseignant, donc l'étudiant doit choisir les bonnes réponses parmi la liste des réponses données, les autres propositions sont appelées distracteurs. Le codage des réponses est fait quasiment en même temps que le questionnaire.

Le but principal de ces questions est l'identification de réponses correctes et par conséquent, la facilité d'évaluation, cependant la construction de ce type de question est souvent difficile.

L'inconvénient de ces questions fermées est que les activités objectives(les questions vrai/faux, les questions à choix multiples et les questions à réponse courte) sont conçus pour vérifier des niveaux cognitif de bas niveau comme la connaissance et la compréhension, donc il est assez difficile de concevoir un test qui fait appel à des niveaux cognitifs plus haut de la taxonomie de Bloom. Ainsi que de trouver de bons distracteurs. En raison de la disposition et la limite des réponses possibles, devinant est favorisée. Généralement ce type de questions est sous la forme de questions à choix multiples(QCM).

1.5.2 Questions semi-ouvertes

Les questions semi-ouvertes sont des questions qui comportent des réponses proposées et offrent la possibilité d'ajouter des réponses libres.

Elle peut également s'agir de questions fermées qui débouchent sur une question ouverte. Ces questions permettent de recueillir des informations complémentaires et donnent la possibilité aux individus de s'exprimer plus librement.

1.5.3 Questions ouvertes

Une question ouverte est une question pour laquelle aucun choix de réponse n'est proposé, elle laisse toute liberté au répondant de s'exprimer avec ses propres mots.

Ces questions sont les questions les plus faciles à construire car il n'est pas nécessaire de prévoir des modalités de réponse, Cependant, ce sont également les plus difficiles à analyser. Leur contenu est très souvent extrêmement hétérogène, il est donc quasi impossible de comparer les réponses.

Ces questions ont donc tous les avantages des méthodes qualitatives mais également tous leurs inconvénients. Tout le travail de « fermeture » des questions que l'on ne fait pas au départ se répercute sur l'analyse a posteriori

L'avantages de ce type de question est la possibilité d'évaluer des niveaux cognitifs élevés de la Taxonomie de Bloom. Cependant leurs inconvénients résident dans le processus de correction. Les réponses individuelles doivent être corrigées individuellement et avec des spécialistes dans le domaine. Ils sont donc plus compliquées à mettre en œuvre et à corriger automatiquement. L'élaboration de telles questions nécessite le respect de certaines règles. L'énoncé doit être clair et précis, et contenir toutes les informations pour la résolution du problème

1.6 Des évaluations variées

En plus des types d'évaluation mentionnés précédemment (voir les sections 1.2 et 1.3), l'évaluation peut être classée selon plusieurs d'autres critères, par exemple l'évaluation est-elle faite par l'humain comme les enseignants ou les pairs, avec ou sans l'usage des TIC et la manière dont le processus d'évaluation est réalisé (situation réelle ou simulée) ce qui permet d'évaluer des niveaux cognitifs plus élevés de la taxonomie de Bloom comme l'application. Par la suite, nous détaillons quelques unes en relation avec notre étude.

1.6.1 Avec ou sans les TIC

L'évaluation peut être aussi classifiée selon que l'on fasse avec le recours ou pas des technologies. Ainsi, on différencie trois façons d'évaluer : l'évaluation faites par l'enseignant seulement dites l'évaluation traditionnelle, l'évaluation qui utilise les TIC seulement, l'évaluation entièrement automatique, et le dernier type d'évaluation est la combinaison des deux premiers types désignée par l'évaluation semi-automatique.

Évaluation traditionnelle

Cette évaluation est une évaluation humaine ce qui implique que le jugement porté sur le travail de l'apprenant est entièrement émis par un évaluateur humain (enseignant, apprenants ou autre). Le terme « *traditionnelle* » est employé parce que ce type d'évaluation est utilisé depuis longtemps afin d'évaluer le rendement des étudiants. Ce type d'évaluation est aussi nommée *évaluation papier-crayon*, généralement elle utilisée comme évaluation sommative.

Évaluation entièrement automatique

Ce type d'évaluation suppose que le jugement porté sur le travail de l'apprenant est entièrement émis par un évaluateur artificiel souvent l'ordinateur.

Évaluation semi-automatique

Ce dernier type d'évaluation est la combinaison de l'évaluation traditionnelle et l'évaluation automatisée. Elle peut se présenter sous la forme d'un test comportant des questions fermées évaluées par ordinateur avec ou sans feedbacks instantanés et des questions ouvertes (comme des essais) évaluées par l'enseignant. Elle pourra aussi être une évaluation humaine dont l'apport de l'ordinateur réside dans l'organisation des activités du processus d'évaluation et dans l'organisation des interactions entre les acteurs.

1.6.2 L'évaluation authentique

L'évaluation authentique, tel que définie par le (*Joint Information Systems Committee* (JISC) [Com07], est une évaluation qui met les candidats dans un scénario du monde réel

ou simulée, qui requiert d'appliquer des connaissances et des compétences appropriées.

Selon Wiggins [Wig90], l'étudiant peut démontrer par l'évaluation authentique sa maîtrise des compétences en l'utilisant dans un cadre le plus réel possible. Les examens traditionnels ne sont que des moyens de montrer que l'étudiant se rappelle les éléments d'informations ou qu'il peut appliquer machinalement des techniques.

C'est une tâche basée sur la performance, qui consiste en une activité qui requiert la démonstration par les apprenants de leurs aptitudes à intégrer et utiliser leur savoir, savoir-faire et jugement dans un contexte authentique. Elle exige l'utilisation de connaissances et d'habiletés dans un contexte représentant des situations ou problèmes réels. Donc, à la différence des techniques d'évaluation traditionnelle qui le plus souvent, se limitent aux domaines cognitifs de base de la taxonomie de Bloom, l'évaluation authentique permet l'évaluation des objectifs pédagogiques des niveaux cognitifs plus élevés tels que application, analyse et évaluation.

Dans la littérature, il existe d'autres noms communs de cette forme d'évaluation. Par exemple, l'évaluation authentique est appelée :

- **Évaluation de la performance :**

Parce que les étudiants sont invités à effectuer des tâches utiles. Celle là est le terme le plus courant de ce type d'évaluation. Elle exige de l'étudiant qu'il construise une réponse, qu'il crée un produit ou qu'il fasse une démonstration.

- **Évaluation Alternative :** Parce que l'évaluation authentique constitue une alternative aux évaluations traditionnelles.

1.7 L'évaluation électronique

Dans les sections précédentes, l'accent est mis sur les différents types de l'évaluation, ainsi que d'autres concepts en relation avec ce processus, précédemment nous avons vu que l'utilisation des TIC dans le processus d'évaluation sert à une évaluation semi automatique, par contre, si l'évaluation est élaborée par les TIC seulement, celle ci est une évaluation entièrement automatique, c'est deux types sont regroupés sous le terme « *évaluation électronique* » ou « *e-assessment* ». Par la suite, et à cause de l'ambiguïté due à l'utilisation interchangeable de plusieurs dénomination de ce paradigme, nous allons commencer par la détermination de l'évaluation-électronique et la distinction entre ses différents types. Ensuite, nous essayerons de donner un aperçu général sur son histoire, les domaines d'utilisation ainsi que les techniques et approches utilisées en citant quelques systèmes existants, à la fin on donne les avantages de l'évaluation électronique

1.7.1 Définition

Le terme e-assessment (évaluation électronique) a commencé à être largement utilisé à la fin des années 1990 [Win10].

Ce paradigme difficile à cerner est utilisé dans la littérature avec plusieurs appellations : computer-aided assessment, computer adaptive testing, online assessment, technology-based assessment, Internet-based testing, web-based assessment, etc, et il y en a d'autres noms qui signifient presque la même chose, par exemple : l'évaluation assistée par ordinateur (anglicisme : Computer-based assessment) ou l'évaluation assistée par ordinateur (anglicisme : computer-assisted assessment). Bien que ces termes sont couramment utilisés indifféremment, ils ont des significations distinctes. En plus ce paradigme n'est pas facile à définir. De ce fait, de nombreuses définitions de l'évaluation-électronique existent dans la littérature :

- Selon Rozensky et al. (1986) [RFHR+86], elle comprend des programmes informatiques qui montrent des questions sur le moniteur d'ordinateur et les étudiants simplement entrent leur réponse à ces questions .
- Selon Ridgway et al. (2004) [RMP04] se réfère à l'utilisation des technologies électroniques dans les processus d'évaluation d'apprentissage. Il peut prendre plusieurs formes, y compris l'automatisation des procédures administratives ; la numérisation des systèmes sur papier, comporte un programme informatique qui note des réponses qui ont été entrées directement dans un ordinateur, la lecture optique de marques (optical mark reading OMR) qui utilise un ordinateur pour corriger des textes composé à l'origine sur papier, la collection du portfolio qui est l'utilisation d'un ordinateur pour recueillir des scripts ou des travaux écrits, ou les tests en ligne qui s'étend des tests à choix multiples banales aux évaluations interactives des compétences en résolution de problèmes.
- Enfin, la définition du *Joint Information Systems Committee*(JISC) [Com07] et de la Qualification and Curriculum Authority (QCA) britanniques :

«L'évaluation-électronique est le processus d'évaluation électronique de bout-en-bout où les TIC sont utilisées pour la présentation de l'activité d'évaluation, et l'enregistrement des réponses. Cela inclut le processus d'évaluation de bout en bout de la perspective des apprenants, les tuteurs, les établissements d'apprentissage, les organismes de certification et de réglementation, et le grand public ».

1.7.2 Taxonomie de l'évaluation électronique

Comme mentionné dans la section précédente, il y a différents termes qui signifient l'évaluation électronique. [MG08] montrent une distinction de l'évaluation électronique dans les deux termes suivants qui sont souvent confondues :

Évaluation par ordinateur

C'est « *l'interaction entre l'étudiant et l'ordinateur pendant le processus d'évaluation* » [MG08]. Cela signifie qu'un test est mis en œuvre par l'ordinateur et également l'évaluation du test et la livraison de la rétroaction se fait par ordinateur. Elle peut être subdivisée en applications autonomes (stand-alone) qui ne nécessitent qu'un seul ordinateur, des applications qui fonctionnent sur des réseaux privés et ceux qui sont conçus pour être livrés à travers les réseaux publics tels que le WEB (évaluation en ligne).

Évaluation Assistée par ordinateur

Contrairement au premier type, l'évaluation assistée par ordinateur est plus générale. Toutes les procédures assistées par ordinateur concernant tout le processus d'évaluation sont couvertes par ce terme y compris la notation et la présentation des rapports ainsi que l'analyse de toute donnée relatives à l'évaluation.

1.7.3 Historique

Cette sous section présente un bref historique des recherches dans le domaine de l'évaluation électronique. Cet historique est découpé en plusieurs périodes, en fonction de l'influence des évolutions technologiques et plus spécialement dans le domaine informatique.

Commençant par les années 1960 influencée par l'invention des transistors et les circuits intégrés, les avancements des techniques de l'intelligence artificielle dans les années 1970, l'avènement de la micro informatique dans les années 1980, et l'explosion d'Internet, le www en particulier dans les années 1990. À travers ces événements dans l'histoire de l'informatique, nous exposons quelques exemples des travaux publiés, les types et les caractéristiques des systèmes apparus et les techniques utilisés dans divers domaines. Dont, de nombreux ouvrages présentent l'histoire de l'évaluation électronique [Jor13] [CW05] [Dik06] [RHR⁺09] [RMP04] [Stö12].

Seppälä et al. (2012) [Sep12] citent que le travail pionnier dans l'évaluation automatique été la machine à enseigner par [Pre27], une machine qui administre et évalue automatiquement des questions à choix multiples. L'objectif de Pressey été de libérer les ressources pédagogiques des travaux de correction répétitifs. Ce travail a précédé de plusieurs décennies ceux qui ont été popularisés par Skyinner [Sky68]. Cependant, plusieurs auteurs [MG08] [San13] [LI12] citent que l'histoire de l'évaluation électronique remonte à 1960.

Les années 1960 : La naissance de l'informatique moderne

L'informatique est née dans les années 1930. Mais, son essor n'a vu le jour qu'après l'invention des transistors (1947) et circuits intégrés (1963), grâce à cette dernière, la

taille des machines s'est notablement réduite et les coûts ont aussi diminué, même si les ordinateurs restaient de diffusion limitée et chère, l'accès aux ordinateurs était plutôt réservé aux applications de calcul scientifique. Cependant, des projets pédagogiques cités par [MG08] sont nés relativement tôt dans cette période :

- **PLATO** (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations) est un projet qui s'est étendu du début des années 1960 à la fin des années 1970 à l'Université de l'Illinois. Tournant sur un gros ordinateur et des terminaux, il était destiné à fournir un apprentissage individualisé aux apprenants dans divers domaines, tel que l'enseignement des langues. PLATO permettait de gérer les parcours des apprenants et bénéficiait des avancées technologiques de l'époque, dont la synthèse vocale, mais la correction des exercices était rudimentaire, par reconnaissance de patrons.
- **TICCIT** (Time-Shared, Interactive, Computer-Controlled Information Television) a été développé en 1967 à l'Université Brigham Young. Le projet était surtout basé sur la vidéo interactive.

Cette période a aussi vu le commencement de plusieurs travaux dans le monde d'évaluation électronique, en particulier, l'évaluation des programmes des étudiants, par le premier programme informatique qui a été utilisé pour tester des exercices de programmation en langage machine en 1959, et publié l'année suivante par [Hol60], ce travail capture l'essence même des résultats des systèmes d'évaluation électronique depuis lors. Étant donné 120 étudiants dans un semestre complet de cours de programmation, il affirme : « *Nous ne pouvions pas accommoder ces nombres sans l'utilisation du correcteur* ».

L'évaluation des programmes des étudiants a été l'objet de recherche dans cette période et plusieurs autres outils et approches ont émergé par la suite, en plus de l'évaluation des programmes des étudiants, l'évaluation des textes libres ou les essais [Pag66] a commencé dans cette période.

Et à la fin des années 1960, le système BAGS (Basser Automatic Grading Scheme) [HW69] de l'Université de Sydney, était le système révolutionnaire qui a présenté la première fois qu'une correction peut être réalisée sans l'aide d'un humain.

Les années 1970 : L'apport des techniques d'IA

Les systèmes éducatifs ont commencé l'utilisation des techniques de l'Intelligence Artificielle (IA), ce qui a permis un niveau d'interaction plus élevé entre l'apprenant et le système, et ceci a donné naissance des systèmes d'Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur (EIAO). Puis, l'apparition des Systèmes Tutoriels Intelligents (STI) grâce aux recherches effectuées pour l'adaptation de l'apprentissage au niveau de connaissances de l'apprenant, ce type de système a la possibilité de générer dynamiquement des exercices et de les adapter au niveau de difficultés selon les performances de l'étudiant

[ACKCP09].

CALIS (Computer Assisted Language Instruction System) [Bor95] est un exemple de système utilisant les techniques de l'Intelligence Artificielle. C'est un des systèmes pionniers de l'apprentissage des langues assisté par ordinateur, apparus vers la fin des années 1970 à l'Université Duke à Durham, Caroline du Nord (USA) et utilisé jusqu'à la fin des années 1990 au moins. Ce système était à l'origine écrit en langage *BASIC* et tournait sur des mini-ordinateurs équipés de terminaux. Les versions successives ont fait appel au langage C et au système PC. La version sous Windows est appelée *WinCALIS*. Ce système permet de créer facilement des exercices. L'évaluation des exercices est basée sur des techniques de reconnaissances de formes permettant d'évaluer les réponses complètes, avec des variantes qui doivent être prévues par les concepteurs de logiciel.

L'originalité de CALIS est de recourir aux réseaux de neurones pour détecter les erreurs intentionnelles d'apprenants, qu'ils commettent pour faire apparaître immédiatement la bonne réponse, afin de pouvoir revenir en arrière et refaire ensuite un parcours sans faute. Les réseaux ont été entraînés sur des centaines de phrases authentiques, tantôt avec des erreurs intentionnelles, ou sans. Le système ne pratique pas de fausse détection d'erreurs et laisse passer quelques erreurs intentionnelles.

Les années 1980 : La révolution microinformatique

Dans cette décennie, *IBM* sort le premier *Personal Computer* (PC) sous le système d'exploitation en ligne de commande *MsDos* en 1981. En 1984, *Apple* produit l'ordinateur *MacIntosh*, d'autres systèmes concurrents existent mais disparaissent progressivement.

En plus de l'avènement du PC, et parmi les avancées informatiques remarquables, est le modem, qui permet aux ordinateurs de communiquer par une ligne téléphonique. Ces nouveaux avancées technologiques ont révélé de nouvelles méthodes d'évaluation électronique ou de nouveaux types de questions comme : Bulletin board, Hot spot, Likert scale, Portfolios, simulations, etc. [Cri07].

De plus, une croissance rapide du nombre et de la sophistication des systèmes a vu le jour. Par exemple, le système *TRIADS* (Tripartite Interactive Assessment Delivery System [Mac99]). Ce système était initialement développé à l'Université de Derby comme un système d'évaluation pure, basé sur le travail commencé en 1989 utilisant un système-auteur sous DOS (SwanAuthor, Interactive Systems Swan). Le système est utilisé dans plusieurs établissements pour construire des QCM ainsi que des exercices de type simulation, comme à l'Université de Cambridge, pour une simulation de microscope biologique, Bioscope. TRIADS sert principalement à des évaluations sommatives de portée moyenne ou élevée [Aud11].

Les années 1990 : L'explosion d'Internet et le WWW

En 1989 le *WWW* ou *World Wide Web* est né au Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN) près de Genève, dans le but de présenter des recherches et des textes scientifiques dans un format commun. Les documents du Web sont reliés entre eux par la technologie des hypertextes.

Les années 1990 ont été affectées par l'énorme impact du World Wide Web (WWW). Les environnements ou plates formes d'apprentissage ou Learning Management Systems (LMS) ont commencé à apparaître comme un ensemble de logiciels rassemblés dans un environnement cohérent à point d'entrée unique sur un réseau Internet ou Intranet.

Depuis leurs apparition, les systèmes d'évaluation ont aussi commencé à être des systèmes d'évaluation en ligne. Blackboard¹ offre l'évaluation des questions à choix multiples ou de type Vrai/Faux.

Des exemples récents tels que, He [He06] qui présente un système d'évaluation en ligne appliquant la taxonomie de Bloom pour évaluer les résultats des étudiants et les pratiques pédagogiques des enseignants en temps réel. Dans une étape vers une évaluation des connaissances entièrement automatique. Gütl [Güt08] a introduit le E-Examiner en tant qu'outil d'aide du processus d'évaluation, en générant automatiquement des items de test pour des questions ouvertes, évaluant les réponses des étudiants aux questions à réponse courte (voir section 1.7.4.2) et fournissant une rétroaction (feedback).

1.7.4 Domaines et techniques utilisées

Le processus d'évaluation commence par l'identification des objectifs d'apprentissage [MC05]. En conséquence, une variété de types d'évaluation (tels que les questions à réponse choisie -QCM-, les questions à réponse construite ou les questions ouvertes) sont utilisées pour atteindre ces objectifs. Ces types sont utilisés dans différents domaines, tels que les mathématiques, l'apprentissage des langues (orale et écrite) la traduction et autres.

1.7.4.1 Questions à choix multiples (QCM)

C'est un type de question dans lequel les étudiants sont donné plusieurs réponses possibles et ils ont à choisir laquelle est la correcte. Ils ont l'avantage d'être faciles à implémenter et faciles à corriger de manière automatique. L'acronyme QCM est en fait utilisé pour des questionnaires divers. Les réponses peuvent effectivement être à choix multiples (avec réponse unique ou non), binaires (vrai/faux, oui/non, etc.) ou unique, prendre la forme de réponses à classer, à associer, à exclure, à placer sur une image, d'un mouvement à effectuer, d'échelles, de grilles et de mots-croisés, de dictées, de brèves

1. Blackboard Inc. www.blackboard.com

réponses ouvertes, etc.

Les questions à choix multiples assurent l'objectivité, l'évaluation par ordinateur apporte une cohérence qui ne peut jamais être assuré entre les correcteurs ou le même correcteur humain, dans le temps [BJ10]. Les tests par les questions à choix ont gagné de la popularité durant le 20^{ème} siècle, De nombreux auteurs admettent que les QCM servent seulement à évaluer les niveaux inférieurs de la taxonomie de Bloom (par exemple : la connaissance et la compréhension) et ne permet pas d'évaluer les hauts niveaux cognitifs [CW05]. De ce fait, de nouveaux types d'évaluations ont été apparus.

1.7.4.2 Questions à réponses construites

Lorsque la réponse requise est du texte (écrit ou oral), il existe une variété des systèmes automatisés disponibles pour évaluer plusieurs types de questions dont les réponses sont construites, y compris les essais, les réponses parlées, textes courts ou questions à réponses courtes, des réponses textuelles, numériques, graphiques ou des réponses à des questions mathématiques. Dans ce qui suit, on donne un bref aperçu de l'état de l'art de ce type des systèmes.

Questions à réponses courtes

Ce sont des questions qui exigent des étudiants de donner librement une réponse brève. Ces réponses peuvent consister en une ou deux phrases. Contrairement à la méthode du QCM, la forme des réponses ouvertes permet d'évaluer des niveaux cognitives élevés. Ils sont principalement conçues pour mesurer les connaissances et les compétences des étudiants, plutôt que la capacité de rédaction.

Il y a plusieurs systèmes d'évaluation électronique des réponses à des questions à réponses courtes [HEF09], les plus utilisés sont :

- C-rater (Educational Testing Services) [LC03] ;
- Les systèmes développés par Jana Sukkariéh and Stephen Pulman à Oxford (plus tard continués à Cambridge Assessment) [PS05] ;
- Les systèmes développés par Intelligent Assessment Technologies(IAT)².

Ils suivent le même modèle de base :

- a) L'examineur génère des directives d'évaluation de haut niveau -ce que l'examineur cherche-.
- b) Un petit ensemble de réponses types (appelés « Template », « représentations canoniques » ou « modèles ») est produit et développé à l'aide des exemples de réponses.

2. Intelligent Assessment Technologies. <http://www.intelligentassessment.com>

- c) Les réponses des étudiants sont analysées pour voir s'ils ont bien paraphrasé les modèles de réponses.
- d) Un processus de vérification de notation.

Tous ces systèmes limitent l'analyse des réponses des étudiants généralement en utilisation des techniques de linguistique informatique similaires. Par exemple, le système IAT s'appuie sur les techniques de traitement automatique des langues naturelle-NLP- (la technique d'extraction d'information) [Jor13], D'autres systèmes utilisent des technologies telles que : les correcteurs orthographiques, thésaurus, et l'analyse sémantique latente pour correspondre à la réponse d'étudiant au modèle de réponses (avec l'adaptation aux différences en temps et de grammaire, synonymes, etc), et par conséquent l'exigence des efforts considérables à la création des modèles de réponses et à l'apprentissage du système avec des exemples de réponses [Win10]. Il existe également des approches simplifiées qui utilisent l'approche de « sac de mots » ou « string matching ». Ceux-ci ne peuvent être efficaces que si le contexte de l'enseignement est bien connu et il y a un nombre limité de réponses correctes.

Essais ou textes libres

L'évaluation automatisée des textes libres ou des essais est distincte de celle des questions à réponses courtes ou brefs textes. L'évaluation des textes libres est le plus grand défi au domaine d'évaluation automatique. Néanmoins, depuis [Pag66] décrit le programme Project Essay Grade (PEG), cela a redevenu un domaine de recherche actif et fructueux. En effet, plusieurs revues de littératures sur ce type d'évaluation [Dik06] [Wil09].

Williamson [Wil09], Note qu'il existe au moins 12 programmes et produits associés à ce type de réponses, tels que : (ETS) e-Rater de Educational Testing Service [AB06], KAT Engine / Intelligent Essay Assessor (IEA) de PearsonKT [LLF03] ou Intellimetric de Vantage Learning [Ell03]. Ces systèmes sont les plus cités dans la littérature [Jor13] [BMA10] [Wil09] [SBHZ10] [Dik06]. La plus part de ces ouvrages présentent plusieurs exemples des systèmes existants ainsi que les techniques qu'ils utilisent, pour un aperçu plus approfondi de la gamme de ces systèmes :

Marin [Mar04] présente un état de l'art sur l'évaluation assistée par ordinateur des textes Libres et étudie 15 outils d'évaluation assistée par ordinateur des essais en détaillant les diverses techniques utilisées

Shermis et al. (2010) [SBHZ10] font état de trois systèmes commercialisés : Criterion e-rater, Intellimetric et Intelligent Essay Assessor. Tous ces programmes peuvent donner une rétroaction à l'étudiant et fournir des données détaillées aux enseignants sur leurs textes :

- **E-rater** : utilise une approche hybride en combinant Le Traitement Automatique

des Langues Naturelles (*Natural Language Processing -NLP-*) et des techniques statistiques. Il mesure l'organisation, la structure et le contenu. Par exemple, il analyse douze paramètres, incluant la grammaire, le vocabulaire, le style, ainsi que certains éléments de la structure.

- **Intelligent Essay Assessor (IEA)**, développé à l'Université du Colorado USA. Il se concentre principalement sur le contenu et il est basé sur Latent Semantic Analysis (LSA) . Il compare le texte soumis à un document du domaine extrait de sa base de données et note le travail en fonction du vocabulaire pertinent qui y est inclus.
- **IntelliMetric**, créé par la société américaine *Vantage Learning Technologies*, est basé sur une approche d'intelligence Artificielle pour évaluer à la fois le style et le contenu.

Briscoe et al. (2010) [BMA10] examinent et évaluent les travaux antérieurs sur l'évaluation automatisé des essais, en particulier lorsqu'elle est appliquée au texte de l'anglais comme langue seconde (*English as a Second Language -ESOL-*). Et ils mettent l'accent sur ETS's e-Rater and PearsonKT's IEA et ils discutent plusieurs études qui évaluent et comparent les performances des différentes techniques.

Questions en mathématiques

En mathématiques, la performance des systèmes d'évaluation automatique est généralement assez robuste si le format de la réponse est limité. Les types de réponses aux items en mathématiques qui peuvent être évalué par des systèmes automatisés incluent par exemple : des équations ou des expressions mathématiques, des figures géométriques à deux dimensions, des diagrammes à barres, et une entrée numérique, etc. Ce domaine a connu de nombreuses années de progrès de ces systèmes.

Dans son livre "Computer Aided Assessment of Mathematics", Sangwin [San13] dresse un état de l'art sur l'utilisation des TIC dans l'enseignement et l'évaluation dans le domaine du mathématique. Il signale qu'au milieu des années 1960, les ordinateurs ont été utilisés pour l'enseignement de l'arithmétique comme les premiers travaux de [Sup67], ce qui donnera naissance aux systèmes d'évaluation électronique des questions en mathématique, dans ce livre une gamme de systèmes ou outils est donnée, par exemple :

CALM (Computer Aided Learning of Mathematics) CALM³ est un projet commencé à l'université de Heriot-Watt en 1985, et divers systèmes d'évaluation par ordinateur ont été dérivé au moins en partie de CALM, y compris **CUE**, **Interactive Past Papers**, **PASS-IT** (Project on Assessment in Scotland – using Information Technology),

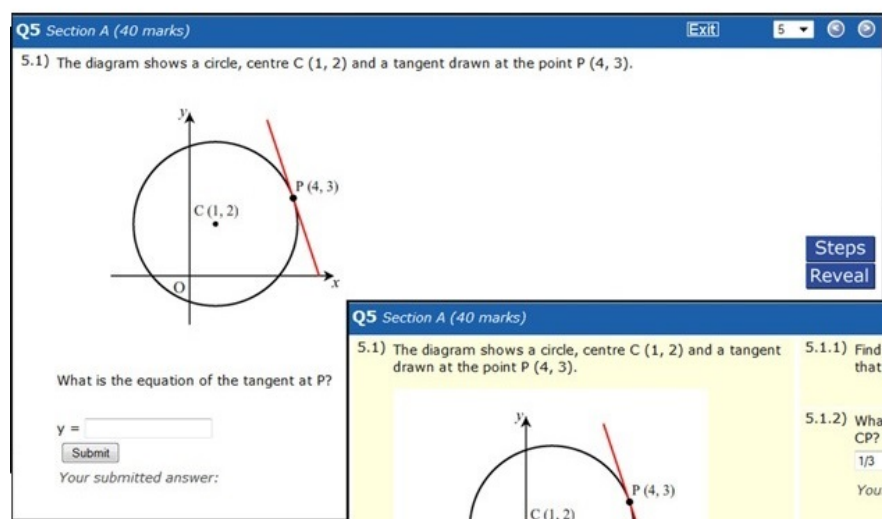
3. CALM. <http://www.calm.hw.ac.uk/>

I-assess et NUMBAS [FPY12].

Initialement CALM présente ses tests sur PC et Mac, mais à partir de la fin des années 1990, les questions ont été distribuées/livrées sur Internet. L'une des signatures des systèmes d'évaluation de la famille CALM est l'utilisation de "Steps" ou étapes, permettant à une question d'être divisée en étapes gérables pour le bénéfice des étudiants qui ne sont pas en mesure de procéder sans cet échafaudage supplémentaires [BP03].

Pour la question de la figure 1.5(a), un étudiant pouvait choisir de travailler sur la réponse sans assistance intermédiaire, et lorsque l'utilisation est sommative il pouvait obtenir la note complète. Alternativement, ils peuvent cliquer sur "Steps", la question sera divisée en étapes distinctes (figure 1.5(b)). alors l'étudiant aurait généralement droit d'avoir crédit partiel/une partie de la note.

(a)



Q5 Section A (40 marks) Exit 5

5.1) The diagram shows a circle, centre C (1, 2) and a tangent drawn at the point P (4, 3).

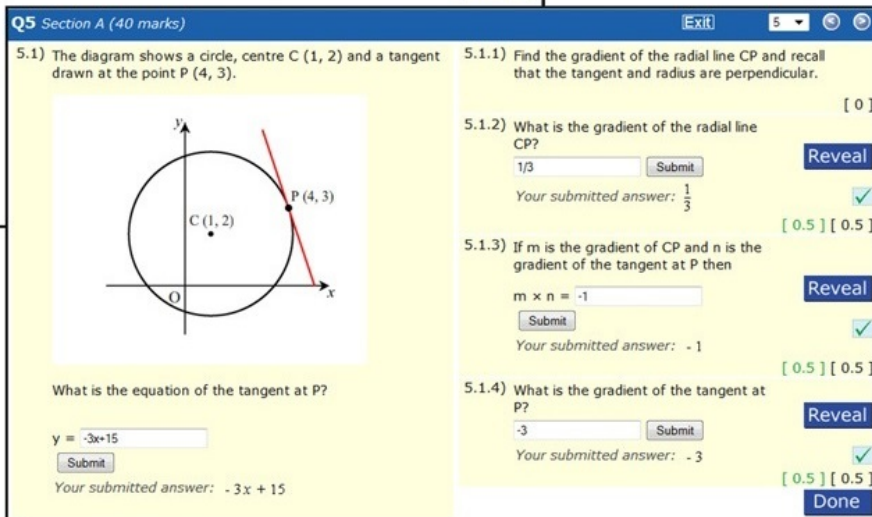
What is the equation of the tangent at P?

y =

Submit

Your submitted answer:

(b)



Q5 Section A (40 marks) Exit 5

5.1) The diagram shows a circle, centre C (1, 2) and a tangent drawn at the point P (4, 3).

5.1.1) Find the gradient of the radial line CP and recall that the tangent and radius are perpendicular. [0]

5.1.2) What is the gradient of the radial line CP? [0.5] [0.5]

1/3 Submit Reveal

Your submitted answer: $\frac{1}{3}$ ✓

5.1.3) If m is the gradient of CP and n is the gradient of the tangent at P then [0.5] [0.5]

$m \times n = -1$ Submit Reveal

Your submitted answer: -1 ✓

5.1.4) What is the gradient of the tangent at P? [0.5] [0.5]

-3 Submit Reveal

Your submitted answer: -3 ✓

Done

FIGURE 1.5 : Une question (a) avant les étapes sont révélées à l'étudiant ; (b) après les étapes ont été révélées. Reproduit avec la permission du Programme SCHOLAR (Université Heriot-Watt) [Jor13].

OpenMark OpenMark de l'université ouverte UK est un système d'évaluation en réseau sous Moodle. Il intègre également, sous une même interface, le module de jeu-questionnaire de Moodle⁴ ainsi que des éléments d'un système propriétaire, Intelligent Assessment, qui permet l'évaluation automatisée de brefs textes. Le système intègre des capacités multimédias, afin de créer des évaluations stimulantes. Il est utilisable en tout lieu et en tout temps. Ainsi, les étudiants peuvent commencer un test au moment souhaité, l'interrompre et le reprendre du même ordinateur ou d'un autre point d'accès Internet.

Durant un examen, OpenMark vérifie si une réponse est juste ou non et donne une rétroaction immédiate ou différée, au choix de l'enseignant, en affichant à la fois la question et la réponse. Il augmente le niveau de rétroaction avec chaque réponse fautive, diminue généralement la note accordée en fonction du nombre de tentatives et dirige au besoin l'étudiant vers les éléments pertinents du matériel du cours (voir figure 1.6) [Dav10]. Il envoie aussi une confirmation par courriel de la soumission d'une évaluation sommative [Aud11].

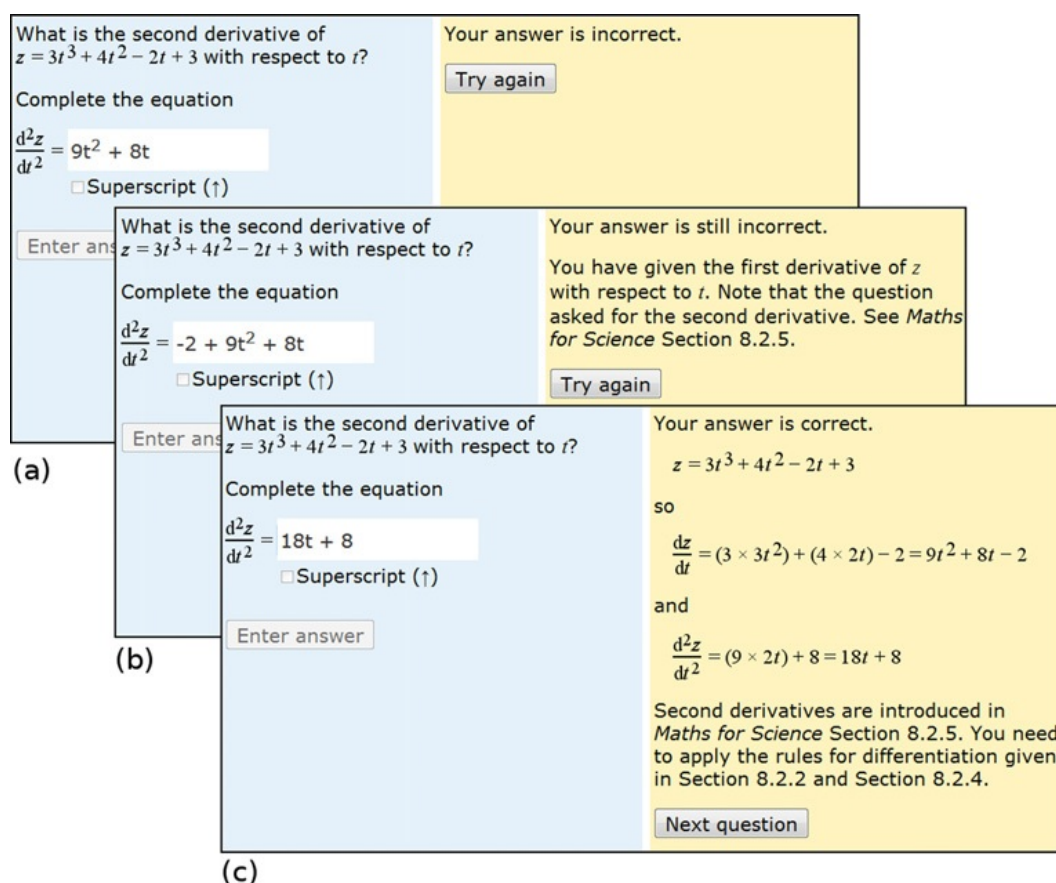


FIGURE 1.6 : Une question « OpenMark » montrant les feedback sur les tentatives répétées à une question [Jor13].

4. Moodle : open-source standard de facto LMS(Learning Management System)

STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) est un système d'évaluation assistée par ordinateur en ligne des mathématiques, développé à l'Université de Birmingham, avec le soutien du Higher Education Academy's Maths Stats et OR Network (MSOR Network). STACK est disponible sous la licence GNU. STACK a été d'abord publié en 2004 comme un système autonome, mais depuis 2012, il a été disponible en tant que type de question de Moodle [BSH13].

Dans ce système, l'étudiant doit fournir une réponse qui est une expression mathématique. Cela inclut les équations, matrices et même les équations différentielles. La réponse de l'étudiant contient du contenu mathématique et STACK utilise le système de calcul formel/ computer algebra system (CAS) Maxima pour établir les propriétés mathématiques et de générer des résultats tels que la rétroaction (voir figure 1.7), basée sur ces propriétés. Dans STACK une grande attention a été accordée à permettre aux enseignants à créer et gérer leurs propres questions. STACK emploie un «arbre de réponse potentiel» pour permettre de fournir la rétroaction adaptée en réponse à des erreurs communes [San13].

Find $h'(x)$ where $h(x) = (x^5 + 3) \sin(3x)$.

$h'(x) = 3(x^5+3)\cos(3x) + 5x^4\sin(3x)$

Your last answer was interpreted as follows:

$$3(x^5 + 3) \cos(3x) + 5x^4 \sin(3x)$$

Check

Correct answer, well done.

$h(x)$ can be expressed as a product

$$h(x) = f(x)g(x)$$

where $f(x) = x^5 + 3$ and $g(x) = \sin(3x)$, so one way to differentiate $h(x)$ is to use the Product Rule.

$$f'(x) = 5x^4$$

$$g'(x) = 3 \cos(3x)$$

Therefore

$$h'(x) = f'(x)g(x) + f(x)g'(x)$$

$$= (5x^4) (\sin(3x)) + (x^5 + 3) (3 \cos(3x))$$

This answer can be expressed in several different forms.

See Unit 1 Section 5.2 *Differentiating combinations of functions*.

FIGURE 1.7 : Une question de STACK répondu correctement [Jor13].

Exercices de programmation

Comme mentionné dans la sous section historique, l'évaluation automatique des codes de programme écrit par les étudiants a fait l'objet de la recherche dans les années 1960, et Hollingsworth [Hol60] été le premier à rapporter l'utilisation d'un évaluateur automatique pour évaluer les programmes des étudiants. Par la suite, quelques systèmes d'évaluation d'exercices de programmation ont été publiés dans les années 1960 [HW69] [FW65].

Ihantola et al. n 2010 [IAKS10] présente une revue de littérature des travaux publiés sur des outils d'évaluation des exercices de programmation et les différentes approches utilisées dans les années 2005-2010. Cette dernière publication été précédée par deux autres revue de littérature de 1960 à 2005 [AM05] [DLO05].

Ala-Mutka [AM05] a étudié plusieurs approches d'évaluation automatiques des exercices de programmation et constaté que tandis que de nombreuses approches existent, elles tendent à être des solutions locales qui peuvent être difficiles à transférer à d'autres contextes d'enseignement. Douce et al., 2005 [DLO05] ont classé les systèmes en trois générations,

- a) **La première génération** : les premiers systèmes d'évaluation.
- b) **La deuxième génération** : avec cette génération les systèmes sont devenus à la fois plus facile à construire et à utiliser vu que les outils de programmation et les bibliothèques ont évolué. Parallèlement les ordinateurs personnels ont été introduits au début des années 1980 et ont changé la nature de la programmation. Bien que les systèmes de deuxième génération n'ont pas une interface Web, plusieurs d'entre eux avaient une structure distribuée avec la ligne de commande ou interface graphique d'utilisateur clients qui permis une soumission sur un réseau.
- c) **La troisième génération** : contient les plateformes d'évaluation modernes avec des interfaces Web : Coursemarker [HST02] ou Web-CAT [Edw04].

Seppälä [Sep12] discute diverses techniques automatisées utilisées pour tester, évaluer et améliorer les informations sur le code de programme écrit par des étudiants. Il décrit les techniques suivantes :

Le test de la fonctionnalité du code Les approches basées sur le test de la fonctionnalité du code ont été utilisées depuis les tous premiers systèmes et sont encore la principale méthode utilisée. Forsythe et Wirth [FW65] décrit une approche qui compare les résultats de l'exécution du programme d'étudiant avec un programme type écrit par l'enseignant en utilisant des données aléatoire.

La comparaison des résultats ou « Output Comparison », le résultat de l'étudiant est comparé au résultat attendu. Parmi les exemples de systèmes qui utilisent ce style est

le logiciel CourseMarker [HST02] .

L'évaluation des langues parlées (orale et écrite)

Les ordinateurs ont seulement une capacité limitée d'analyser et d'évaluer la complexité grammaticale de la langue écrite, ainsi que la précision et la maîtrise d'orale. Versant [RHR⁺09] [Win10] est un outil de cette gamme. Il est utilisé pour évaluer la maîtrise de la langue parlée dans le cadre des tests de citoyenneté, de l'emploi et des tests de certification professionnelle, etc.

Les tests sont fournis par le téléphone ou le Web. Pendant le test, le candidat entend un certain nombre de messages et questions visant à obtenir des réponses en langue cible. Les questions sont conçues soigneusement pour limiter la gamme de réponses correctes possibles. Les réponses sont notées en comparant la réponse des personnes examinées à une base de données des réponses pertinentes en utilisant l'analyse du signal numérique et la reconnaissance vocale.

En plus du système précédent, beaucoup d'autres travaux existent pour l'évaluation de la qualité de la prononciation de la langue [CDWSB98] [CGH⁺09]. Pour plus de détail sur les techniques utilisées dans ce domaine la référence [L'H11] présente d'ample détails sur l'apprentissage des langues assisté par ordinateur ; son histoire et la description de ces diverses techniques d'évaluation des connaissances des apprenants dans ce domaine.

1.7.5 Les avantages d'une évaluation électronique

Les divers types d'évaluation ont donné beaucoup d'avantages pour tous les acteurs de l'enseignement, les étudiants, l'établissement et même aux parents. Le plus grand intérêt est probablement le gain du temps et effort fourni pour la tâche de l'évaluation. Ces avantages n'impliquent pas seulement l'économie de l'argent, cela implique aussi une très bonne et notamment rapide rétroaction pour les étudiants. Cet économie en temps permet aux enseignants et aux tuteurs d'offrir leur temps gagné pour le mentorat et pour accorder plus d'attention aux étudiants. Dans ce qui suit nous listons les principaux avantages cités dans la littérature [Sep12] ; [Aud11] due à l'utilisation de différents types de l'évaluation électronique.

L'adaptation de l'enseignement

Les nombreuses données recueillies et les analyses qu'en tirent certains systèmes sont aussi formatives pour le formateur, qui peut mesurer plus objectivement les progrès, déterminer les aspects à approfondir et adapter son enseignement en conséquence.

L'évaluation de grands groupes

Où l'automatisation est souvent vitale, comme l'indique le JISC. Or, dans plusieurs organisations et à certains paliers, le nombre d'étudiants par groupe est en augmentation constante. Les évaluations automatisées permettent alors d'enrichir l'expérience de l'évaluation, particulièrement grâce à la rétroaction qu'ils automatisent aussi.

La crédibilité de l'évaluation

La correction automatisée laisse peu de place à la subjectivité. Elle fournit donc des résultats qui sont souvent perçus comme plus fiables.

La réutilisation

Les évaluations produites peuvent être conservées, améliorées, assemblées et réutilisées, notamment pour servir à l'auto-évaluation de l'apprentissage fait ou à sa démonstration à des tiers. De même l'enseignant peut plus facilement conserver et recomposer ses évaluations, au besoin à partir de banques de questions ou de scénarios d'évaluation préexistants.

La diversité des évaluations possibles et des compétences évaluées

Cette multiplicité de formes contribue au développement d'évaluations plus adaptées aux différents domaines et aux différents types d'étudiants. Celles-ci peuvent être combinées pour inclure à la fois des évaluations traditionnelles et alternatives. Ainsi, la possibilité de l'évaluation des compétences professionnelles ou des habiletés difficiles à mesurer sur papier, par exemple : par donner aux étudiants la possibilité de participer à des simulations, des jeux interactifs ou des cyberportfolios [Dav10].

L'emploi d'évaluations plus authentiques

Elles rapprochent l'évaluation du monde réel, par exemple en permettant de pratiquer sans risque des habiletés nécessaires dans le monde du travail, comme on le voit particulièrement en médecine. Mais même les examens par Internet sont plus réalistes, grâce particulièrement à la possibilité d'y ajouter des éléments audio et visuels.

La cohérence et l'équité

L'évaluation doit être cohérente afin que la soumission est évaluée de la même façon à tout moment et par tous ceux qui suivent les règles d'évaluation convenus. Les évaluateurs humains peuvent négliger des choses et sont connus par l'altération de leur notation au cours du temps. L'évaluation automatisée est très cohérente dans les notes données, comme il n'y a pas de facteurs qui le changent au cours du temps. Dans le cas d'évaluation à grande échelle, les exercices sont notés par plusieurs personnes qui peuvent s'entraîner des problèmes d'inter fiabilité. Comme les évaluateurs peuvent interpréter les aspects de notation/évaluation différemment ou accorder une différente importance sur

eux, ils donnent de différents résultats. L'évaluation automatique n'est pas touchée par ce problème.

Une meilleure réussite

Par exemple les tests et quiz sur Internet servent d'abord à des fins formatives, particulièrement à mieux préparer les étudiants aux examens. Ils remplissent alors une fonction peu développée ou peu utilisée sur papier. Ils aident également à décomposer et à donner une cadence à l'apprentissage. L'étude de [WGCC06] portant sur 45 étudiants universitaires, indique que les étudiants qui ont effectué des tests interactifs, avec rétroaction informatisée et calcul des résultats, réussissaient mieux l'examen final que ceux qui avaient utilisé des tests de pratique plus conventionnels, où les réponses sont affichées.

L'immédiateté de la rétroaction

L'évaluation automatisée dépasse largement l'évaluation manuelle, elle peut souvent être faite en quelques secondes. Cela permet à l'étudiant de recevoir la rétroaction tout en étant engagé avec cette même tâche. Avec des exercices évalués manuellement le délai peut être plusieurs jours, pendant ce temps le cours a souvent progressé à un nouveau sujet, ce qui réduit l'utilité de la rétroaction. Ceci est également souligné par Gibbs and Simpson [GS04] qui liste un nombre d'études justificatives de l'importance de rétroaction en temps opportun.

Si tous les outils du Web permettent une interaction plus rapide, le caractère instantané de la rétroaction aurait ici un effet supplémentaire sur la motivation et la rétention. Cette rétroaction rapide et régulière est maintenant difficile à imaginer sans l'appui des outils d'Internet. En fait, l'évaluation sur le Web peut non seulement rendre la rétroaction fréquente et immédiate, elle fait en sorte que celle-ci peut aisément provenir de sources diverses, incluant celle des pairs, mais au besoin celle de la communauté plus large. Cette rétroaction de même que les résultats d'évaluations peuvent également, s'il y a lieu, être facilement partagés, entre autres avec les parents.

Des possibilités de suivi

Les traces laissées permettent de suivre, et d'évaluer au besoin, autant le processus et l'effort que le résultat. Les progrès des outils adaptatifs et du forage de données pousseront ces possibilités plus loin et pourraient mener à une meilleure identification des stratégies de résolution de problème des apprenants.

1.8 Conclusion

L'évaluation est une partie essentielle du processus de l'enseignement et de la formation. Dans ce chapitre, nous avons présenté ce processus de l'évaluation de l'apprentissage en général, en donnant des définitions et concepts clés relatives à ce processus. Les objectifs, plusieurs types d'évaluation et les types de questions sont détaillés. Et comme décrit plus haut, l'évaluation ne sert pas uniquement à donner à l'étudiant une note à la fin d'une unité d'apprentissage, nous avons vu beaucoup d'avantages, par exemple, elle peut aider à améliorer le processus d'apprentissage à travers la rétroaction ou feedback lors d'une évaluation formative.

L'évaluation est une tâche laborieuse et prend beaucoup de temps. Et vu que l'intégration des TIC a touché tout les domaines, l'éducation a aussi bénéficié par l'émergence de l'évaluation électronique pour libérer l'enseignant de cette tâche. Nous avons exposé le domaine d'évaluation électronique en donnant ses types, son histoire découpé en périodes selon l'avancée technologique. Ainsi nous avons détaillé des domaines d'applications par mentionner les premiers travaux, les revues de littératures existantes et les techniques utilisées pour chaque domaine. Enfin, nous terminons le chapitre par les avantages de l'évaluation électronique.

Rappelons que nous avons aussi mentionné que le processus d'évaluation commence d'abord par la détermination de l'objectif pédagogique visé. Puis, en fonction du niveau cognitif de cet objectif, le choix du type d'évaluation et de questions à utiliser est effectué. Dans nos travaux, nous souhaitons évaluer les compétences pratiques en TIC (savoir-faire) de l'apprenant, ceci correspond au niveau cognitif "application" de la taxonomie de Bloom.

Chapitre 2

L'évaluation des compétences TIC

Aujourd'hui, les technologies de l'information et de la communication (TIC) sont de plus en plus intégrées dans tous les domaines de notre vie, spécialement dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage. Après avoir survolé le monde d'évaluation et l'évaluation électronique en général, nous allons aborder un type particulier de domaine d'application de l'évaluation électronique, celui de l'évaluation automatique des compétences TIC. Nous nous focalisons plus particulièrement sur l'évaluation de la maîtrise des programmes d'une suite bureautique (Microsoft Office).

Dans ce chapitre, nous aborderons en premier lieu le domaine des compétences TIC en donnant un aperçu général du domaine, quelques travaux d'automatisation de l'évaluation des compétences TIC, ainsi que les principaux systèmes de certification existants. Puis nous traiterons en particulier le problème d'évaluation automatique des compétences pratiques Office. Puis nous exposons les travaux existants dans la littérature en présentant les techniques ou les technologies utilisées. Enfin, nous terminerons par une synthèse et discussion générale des avantages et limites des travaux étudiés et nous exposerons en détail la technologie XML et sa relation avec Microsoft Office, l'une des technologies utilisées par les outils d'évaluation automatique des compétences TIC étudiées.

2.1 Les compétences TIC

Les spécialistes distinguent plusieurs types de compétences TIC. Les plus connues sont : l'habileté d'utiliser l'ordinateur, la gestion des fichiers, puis l'habileté d'utiliser les programmes de la suite bureautique (Traitement de texte, Tableur, Présentation, Bases de données), et enfin la navigation Web et messagerie.

2.1.1 Utilisation de l'ordinateur et gestion des fichiers

L'utilisation de l'ordinateur et la gestion des fichiers requiert de la part des utilisateurs des connaissances et des compétences dans l'utilisation des fonctions de base d'un ordinateur personnel et de son système d'exploitation. Ils doivent être en mesure de travailler efficacement dans un environnement Bureau, d'adapter les paramètres principaux et utiliser la fonction d'aide. Il s'agit aussi de savoir manipuler, gérer, organiser, copier,

déplacer, effacer, compresser et extraire des fichiers et des dossiers. Cette habileté comprend aussi savoir comment réagir quand une application ne répond plus. Ils doivent en outre savoir utiliser un programme antivirus. Leur savoir-faire porte également sur les éditeurs intégrés et les installations d'imprimante simples disponibles avec le système d'exploitation.

2.1.2 Suite bureautique

Il existe plusieurs logiciels de bureautiques comme MS Office de Microsoft ou Open Office de Sun Microsystem. Généralement, les programmes de ces suites permettent de :

- **Traitement de texte**

Le traitement de texte requiert de la part des utilisateurs, des connaissances concernant l'utilisation d'un programme de traitement de texte. Ils doivent savoir effectuer les étapes fondamentales comme : la création, le formatage et la réalisation d'un document de texte court et être en mesure de copier et de déplacer du texte au sein d'un document ou entre les documents, l'utilisation de fonctions du traitement de texte, telles que la création de tableaux, l'intégration d'images et de graphiques au sein d'un document, l'emploi des fonctions de publipostage et l'impression de documents.

- **Tableur**

Le module Tableur requiert de la part des utilisateurs, la compréhension des termes fondamentaux concernant le traitement de calcul à l'ordinateur, comprendre et savoir effectuer les étapes fondamentales requises par la création, le formatage et l'utilisation d'un tableur, savoir aussi imprimer un classeur¹, pouvoir réaliser des opérations mathématiques et logiques standard en utilisant les formules et fonctions de base, et avoir la capacité de création et le formatage de graphiques et de diagrammes.

- **Présentation**

Le module Présentation requiert des connaissances dans l'utilisation d'un programme de présentation à l'ordinateur. Les utilisateurs doivent pouvoir effectuer des tâches telles que la création, le formatage, la modification et la préparation de présentations pour les imprimer ou les présenter à l'écran, et être capables de copier et de déplacer du texte, des images, des graphiques et des diagrammes au sein d'une présentation ou entre des présentations différentes et savoir comment mener à bien des tâches comprenant des graphiques, des diagrammes et des objets dessinés et comment utiliser divers effets de présentation.

1. Le terme "classeur" désigne un fichier de tableur comprenant plusieurs feuilles. Le terme "feuille" est utilisé pour désigner une feuille individuelle d'un classeur.

– **Bases de données**

Ce module Base de données requiert de la part des utilisateurs la compréhension des termes fondamentaux concernant les bases de données et les compétences lors de l'utilisation d'une base de données. Les candidats prouvent qu'ils savent concevoir une base de données, modifier des tables, des requêtes, des formulaires et des états, et les mettre en forme pour les imprimer. Ils montrent qu'ils savent établir des relations dans les tables et tirer des informations à partir d'une base de données existante en se servant de fonctions de recherche et de tri.

Dans l'annexe "Compétences traitement de texte" nous étalons les compétences en traitement de texte, l'objet de notre étude, tel que définis par le système de certification le plus utilisé mondialement *ECDL* (*European Computer Driving Licence*).

2.1.3 Navigation Web et messagerie

Le module Information et communication se compose de deux parties. La première, appelée Information, demande aux utilisateurs de connaître les concepts et les termes de base de l'Internet, et de savoir comment évaluer certains aspects de sécurité. Les utilisateurs doivent être en mesure d'effectuer des recherches générales sur le Web en se servant d'un navigateur Web et des fonctions disponibles au sein d'un moteur de recherche. Ils doivent pouvoir placer des marque-pages pour enregistrer des liens vers des sites Web, imprimer des pages Web et des rapports de recherche. Ils doivent savoir naviguer au sein de formulaires basés sur le Web, les remplir et les valider. La deuxième partie, appelée Communication, demande de la part des utilisateurs qu'ils comprennent le concept de la messagerie électronique (e-mail) et sachent comment évaluer les aspects de sécurité liés au courrier électronique. Les utilisateurs doivent être en mesure d'utiliser un logiciel de messagerie pour envoyer et recevoir des messages, expédier un message avec des documents ou des fichiers en annexe. Ils doivent savoir organiser et gérer des dossiers/classeurs de messages ou des répertoires à l'aide d'un logiciel de messagerie.

2.2 L'évaluation des compétences TIC

A l'ère numérique, l'acquisition de nombreuses compétences TIC est indispensable à toute personne, ainsi leurs évaluation qui n'a pas moins d'importance. Comme expliqué précédemment, les compétences TIC : sont la capacité d'un individu de manipuler efficacement un système d'exploitation, les programmes d'une suite bureautique, un explorateur Web et un logiciel de messagerie électronique.

Plusieurs organisations, entreprises et instituts académiques offrent plusieurs systèmes de certification. De plus, plusieurs travaux de recherche sur l'évaluation automatique des compétences TIC ont vu le jour.

Comme mentionné dans le chapitre précédent, l'historique de l'évaluation électronique

et ses domaines d'application, montrent que la recherche sur la conception et le développement des systèmes d'évaluation automatique ou semi-automatique avait une longue histoire et dans plusieurs domaines [LI12], mais, peu de tentatives pour développer des systèmes d'évaluation électronique afin d'évaluer les compétences TIC, en particulier les compétences de la suite Office [KG12].

Dans ce qui suit, nous présentons des exemples des systèmes de certification les plus connues. Puis, une panoplie de travaux de recherches menés pour l'automatisation de l'évaluation des compétences TIC sont présentées.

2.2.1 Systèmes de certification des compétences TIC

La certification des compétences consiste à valider le niveau de maîtrise des, ou d'une technologie donnée et atteste de l'aptitude de son détenteur à exercer une activité spécifique en relation avec les TIC. Ainsi, les systèmes de certification des compétences TIC visent la certification des compétences TIC des candidats.

Il est impossible de décrire tous les systèmes de certifications des compétences TIC existants [Laz06]. De ce fait, nous avons choisi de décrire deux types de certification parmi les plus utilisés pour permettre au lecteur d'avoir une idée sur ces principales certifications existantes et leurs caractéristiques .

2.2.1.1 ECDL ou PCIE

Le certificat ECDL ² (*European Computer Driving Licence* ou le (PCIE) *Permis Européen de Conduite de l'ordinateur*) est un certificat international créé en 1995, qui atteste les connaissances et les compétences de toute personne qui souhaite ou doit valider ses aptitudes à créer, organiser, et communiquer des documents et des informations. Depuis son apparition en 1995, le ECDL est devenu le leader dans le monde de certification des compétences TIC avec près de 10 millions de candidats inscrits au programme. Il est détenu et géré par la fondation ECDL, une organisation à but non lucratif basée à Dublin, en Irlande [LD10]. Un PCIE/ECDL donne la garantie :

- Dans l'enseignement ou la formation : le futur utilisateur des technologies de l'information apporte la preuve de ses compétences de base ;
- Dans l'entreprise : le collaborateur possède un niveau de maîtrise suffisant de son poste de travail, pour être autonome et productif ;
- Pour un particulier : de pouvoir démontrer explicitement son vrai niveau en informatique.

Le PCIE est un dispositif modulaire et progressif permettant à chacun de valider ses compétences de base en technologies de l'information. Il est composé d'un ensemble de modules de test aboutissant à une certification dans des domaines considérés comme

2. www.ecdl.com

fondamentaux dans l'utilisation quotidienne du poste de travail informatique. Le Référentiel du PCIE (Syllabus) définit les connaissances requises. Les sept modules dans le PCIE sont choisis pour leur généralité et leur fréquence d'utilisation en entreprise. Ce qui compte dans le PCIE, ce n'est pas l'expertise poussée dans un applicatif, mais la maîtrise raisonnable de plusieurs domaines (utilisés tous les jours), de manière pragmatique et démontrant quelques bonnes pratiques essentielles [Ecd07] :

- **Module 1** : Technologies et Société de l'information : matériel, logiciel, ergonomie, internet, aspects légaux, sécurité
- **Module 2** : Système et gestion des documents
- **Module 3** : Traitement de texte
- **Module 4** : Tableur
- **Module 5** : Base de données
- **Module 6** : Présentation
- **Module 7** : Services d'information et Outils de communication

Au départ du processus PCIE, le candidat reçoit une Carte d'aptitudes européenne unique, qui va enregistrer la réussite aux différents tests passés tout au long de son cursus ou de ses activités professionnelles. La Carte d'aptitudes PCIE est valable 3 ans, un temps suffisamment long pour espérer obtenir son PCIE complet. Le candidat peut repasser des modules plusieurs fois sans aucune notion d'échec, car le PCIE est un objectif à atteindre qui n'a rien à voir avec un examen-sanction.

2.2.1.2 Certification MOS

La certification de Microsoft³ MOS (*Microsoft Office Specialist*) est un examen qui permet d'obtenir une certification valorisante et reconnue par Microsoft sur les applications Microsoft Office : Word, Excel, Access, Powerpoint, Outlook. Cette certification garantit le niveau de compétence sur ces applications. La certification MOS est la seule certification Microsoft Office reconnue dans le monde entier. Ce système d'évaluation est basée sur l'évaluation authentique qui permet au utilisateur d'utiliser les application de Microsoft Office réellement. À ce jour, plus d'un million de certifications de MOS chaque année, dans plus de 140 pays [Tec11].

Le programme de chaque module décrit bien la connaissance que chaque candidat doit avoir. Chaque module est examinée à l'aide d'un système automatisé qui appelle l'outil correspondant qui permet au candidat d'accomplir la tâche assignée. Les tests de la certification MOS est disponible pour tous les programmes de la suite Office [Tec11] tels que : Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint, Microsoft Office Access, Microsoft Office Outlook, Microsoft Office SharePoint, etc.

3. www.certiport.com

2.2.2 Techniques et travaux d'évaluation des compétences TIC

Plusieurs techniques utilisées par les outils d'évaluation automatique des compétences TIC en particulier la suite Ms Office (l'objet de notre étude). Généralement, l'évaluation des compétences Microsoft Office a trois stratégies : soit une évaluation traditionnelle (évaluation par papier ou en utilisant les QCM), ou une évaluation authentique (par l'enregistrement et l'analyse de trace ou l'analyse du document produit par l'apprenant [ZS13] [Hil11]). Dans cet état de l'art, pour la majorité des travaux on essaye de décortiquer le travail le plus récent.

a) Stratégie basée sur l'enregistrement et l'analyse de trace,

comme présenté dans [Dow00], consiste à enregistrer les événements réalisés par un apprenant et les comparés avec les événements attendus pour prouver une tel compétence. Et ceci peut être achevé par la construction d'un système simulant le logiciel -à évaluer ses compétences par exemple : *Microsoft Office Word*- ou par l'utilisation de la fonction d'enregistrement (macro) de Microsoft Office. Dès que la construction d'un système de simulation est un grand projet, et la mise à jour du logiciel développé est très difficile à cause des contraintes d'environnement, cette méthode a l'inconvénient de difficulté de programmation ainsi que la faible adaptabilité. Ainsi la méthode qu'utilise la fonction d'enregistrement (macro) de Microsoft Office, a aussi un manque d'exactitude car il est impossible d'enregistrer tous les événements.

b) Stratégie basée sur l'analyse du document produit,

consiste à analyser le document résultant de l'apprenant et à l'affronter à celui correcte réalisé par l'expert (l'enseignant). Elle permet de tester les compétences des apprenants réellement par l'utilisation des logiciels d'une suite bureautique (une évaluation authentique). Bien que plusieurs travaux d'évaluation existants utilisant cette méthode [ZS13], dont les techniques utilisées sont basées soit sur les macros VBA, la technologie COM, ou d'autres techniques qui seront détaillées dans ce qui suit. Cette deuxième méthode d'évaluation a l'inconvénient de l'analyse incomplet des objets Office, ce qui entraîne la restriction de l'examen. Et ceci est due à l'utilisation des deux premières techniques mentionnées précédemment(VBA et COM).

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés aux travaux basés sur la stratégie d'analyse du document produit par l'apprenant, par exemple : [ZS13] [LI12] [Hil11]. Dans ce qui suit, une brève description de chaque outil est donnée.

Nous avons classifié ces travaux selon deux catégories. Dans la première classe, nous avons considéré comme critère de classification : le format du document en entrées (les documents produits par les apprenants). Dans la deuxième classification, nous avons pris

comme critère de taxonomie, la technologie utilisée par l'outil ou système développé. La figure 2.1 et la figure 2.2 illustre ces travaux selon la taxonomie adoptée.

En effet, nous avons classifié les travaux d'évaluation en considérant le format intermédiaire utilisé. Ainsi on différencie les travaux qui utilisent directement le format original du fichier tel que Doc, Docx de Microsoft Word ou RTF et ceux qui transforment le fichier en format XML (figure 2.1).

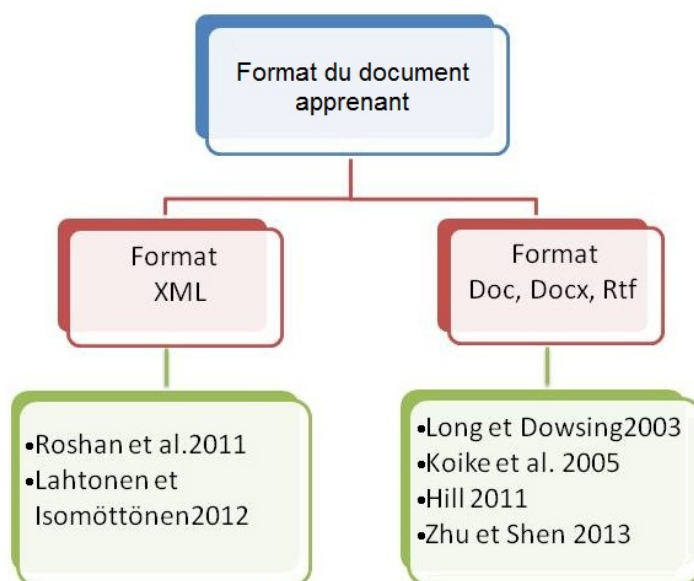


FIGURE 2.1 : Taxinomie des travaux d'évaluation des compétences TIC selon la représentation

Dans une autre catégorie de classification, nous avons classifié les travaux selon la technologie déployée par l'outil d'évaluation développé. En effet, les technologies les plus sollicitées par les systèmes d'évaluation automatique sont : la technologie VBA, COM et XML avec les technologies connexes (figure 2.2).

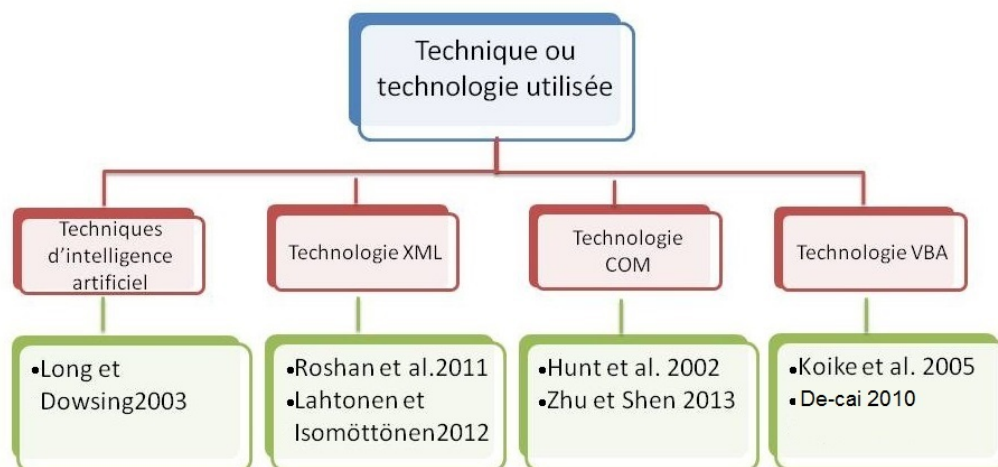


FIGURE 2.2 : Taxonomie des travaux d'évaluation des compétences TIC selon la technologie

2.2.2.1 Travaux basés sur VBA

L'utilisation de la technologie VBA (Visual Basic for Application) est la technique la plus utilisée lorsque on parle de l'évaluation automatique des compétences Office. Vue la facilité de communication entre les programmes de la suite Office avec cette technologie. On trouve plusieurs travaux d'évaluation automatique utilisant cette technologie [KIA⁺05] [Dc10]. Nous avons choisi de détailler le travail de Koike et al. [KIA⁺05]. Avant de détailler un exemple de ces travaux, une brève description de la technologie VBA est donnée.

Visual Basic for Applications (VBA)

VBA ou *Visual Basic for Applications* est intégrée dans toutes les applications de la suite bureautique Microsoft Office. Il permet au gestionnaire d'automatiser des opérations longues et répétitives et d personnaliser son environnement de travail pour l'adapter à ses besoins. VBA est un langage orienté objet. Par exemple, Tous les éléments d'Excel -classeur, feuille de calcul, cellule, bouton - sont des objets. Chaque objet possède des caractéristiques appelées propriétés qui contrôlent son apparence et son action. Chaque objet peut exécuter des actions appelées méthodes. Par exemple, *ActiveCell.Clear* efface le contenu d'une plage de cellules actives.

VBA est aussi un langage qui peut être qualifié de programmation événementielle puisqu'il gère des actions réalisées par l'utilisateur par exemple un clic sur un bouton de commande [Her12].

Travaux de Koike [KIA⁺05]

Les auteurs dans [KIA⁺05] ont développé un système d'évaluation pour Microsoft Word et MS Excel en utilisant la technologie VBA. Ces systèmes notent les fichiers

d'étudiants selon des critères de notation donné par les instructeurs. Le système pour Microsoft Word évalue la mise en page, paragraphes, les retraits, les figures, les tableaux, polices, couleurs, textes, etc. Ce système peut être utilisé pour vérifier si les étudiants comprennent bien comment utiliser chaque fonction de Microsoft Word et Microsoft Excel. Les erreurs dans ce système sont signalées avec des messages et en changeant la couleur là où il existe des erreurs selon le type d'erreur. Par exemple, si un nom de police est erroné, le texte est d'une couleur violet. Et parce que l'interface de ce système est en langue chinoise nous avons omis de la présenter.

2.2.2.2 Travaux basés sur XML

Le format XML est devenu très populaire pour la représentation, le stockage et l'échange des données grâce à sa propriété qui intègre l'aspect sémantique et structurel aux contenus des documents. Le XML est aussi très flexible. Il peut encoder presque n'importe quel type d'information, par exemple : *MathML* (*mathematical markup language*) pour représenter des formules mathématiques, le format de dessins vectoriels *SVG* (*Scalable Vector Graphics*) et le *Office Open XML* pour les fichiers de la suite Office [Car10].

Concernant ce dernier, Microsoft a commencé l'introduction du XML dans la suite Office en 2000, tandis que Sun Microsystems développait concurremment sa suite OpenOffice XML [DDG+09]. C'est à partir de la version 2003 de la suite bureautique de Microsoft que le XML a fait son apparition. Ainsi, il est possible de sauvegarder des documents Word, Excel et PowerPoint au format XML. On trouve dans ce cas un seul document qui contient toutes les informations du fichier.

Dans l'annexe (Technologie XML), nous présentons la technologie XML avec ses concepts liés, les caractéristiques d'un document XML et le format XML des fichiers Offices, en détaillant le format XML des fichiers Microsoft Word.

Travaux de Lahtonen et Isomöttönen [LI12]

Les auteurs ont proposé un outil nommé Parsi. Cet outil permet d'évaluer automatiquement des compétences informatiques des étudiants pour produire des documents Offices (Word, Excel,...) et la manipulation d'autres outils comme la messagerie.

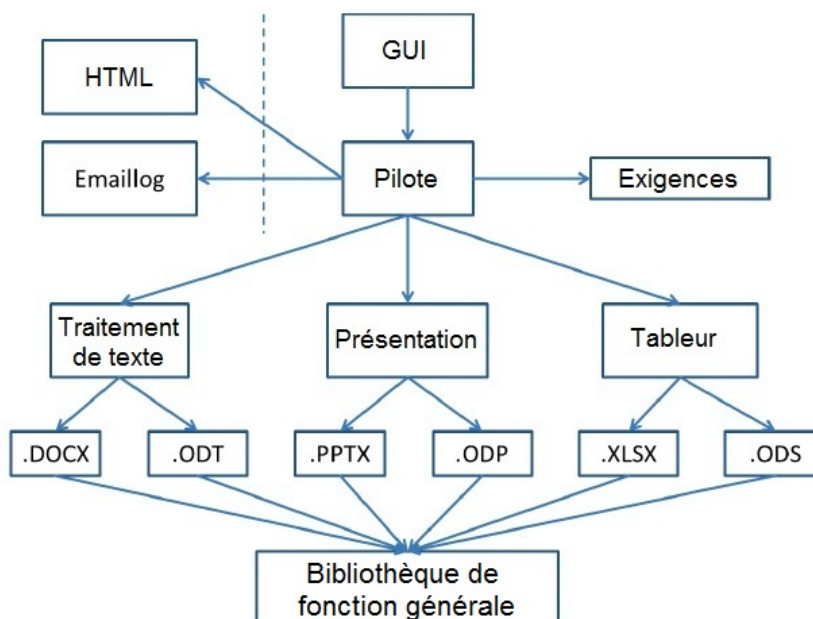


FIGURE 2.3 : La structure de l'outil PARSI

Cet outil est utilisé dans un cours introductif d'informatique très peuplé, afin de réduire la charge d'enseignement et de permettre l'interaction. Leur motivation pour ce cours massive est de le rendre plus facile même à plus grande échelle (nombre d'apprenants). Lahtonen et Isomöttönen [LI12] ont récemment abandonné le cours traditionnel et ils se sont compté plutôt sur les transparents et les cours projetés ainsi que les assignations qui sont automatiquement évaluées. La structure de l'outil Parsi est représenté dans la figure 2.3. Il n'accepte à analyser que les documents aux formats qu'il peut reconnaître (docx, pptx, xls ...).

```

<requirement category="styles" name="Styles">
  <expectedvalue name="styleName">
    Body Text
  </expectedvalue>
  <expectedvalue name="styleName">
    Text Body
  </expectedvalue>
  <expectedvalue xml:id="bodyfont" name="fontName">
    Impact
  </expectedvalue>
  <expectedvalue xml:id="bodyfontsize" name="fontSize">
    12
  </expectedvalue>
  <expectedvalue xml:id="bodyindentleft" name="indentLeft">
    0
  </expectedvalue>
  <expectedvalue xml:id="bodylinespacing" name="linespacing">
    2.0
  </expectedvalue>
  <expectedvalue xml:id="bodyalignment" name="alignment">
    Left
  </expectedvalue>
  <expectedvalue xml:id="bodyspacingbefore" name="spacingBefore">
    11
  </expectedvalue>
  <expectedvalue xml:id="bodyspacingafter" name="spacingAfter">
    7
  </expectedvalue>

```

FIGURE 2.4 : Un extrait du fichier de configuration XML [LI12].

Les prescriptions des assignations sont gérées avec un fichier de configuration XML (Requirements.xml), la figure 2.4 représente un extrait de ce fichier. Il contient des informations de style requis (à évaluer) pour le traitement de texte et la présentation par exemple. Voici quelques exigences soumises à l'évaluation du traitement de texte par Parsi :

- Les marges de page correspondent-elles aux exigences ;
- Format de papier répond-il aux exigences ;
- Le formatage de style ;
- Utilisation de modèles nécessaires (Titre1, Titre2, Body Text,etc) ;
- Numérotation, Structure en rubriques ;
- Les styles de liste doivent être utilisés ;
- La numérotation des pages correspond à l'exigence.

2.2.2.3 Travaux basés sur COM technologie

Plusieurs travaux utilisent la technologie COM [ZS13] [HHR02]. Dans ce qui suit, nous commençons d'abord par la définition de la technologie COM, puis nous détaillerons le travail le plus récent qu'utilisent cette technologie [ZS13].

Technologie COM

L'acronyme COM signifie *Component Object Model*, c'est le modèle proposé par Microsoft pour créer des composants logiciels distribués. COM est une spécification créée par Microsoft, qui décrit comment un programme exécutable peut être emballé dans un objet par un programmeur, permettant l'utilisation de l'objet par d'autres programmeurs [Jon04]. La spécification COM décrit une interface de programmation ainsi qu'un procédé de communication entre les objets qui est indépendant des langages de programmation. Les objets COM peuvent être mis en œuvre par des fichiers *.exe* ou *.dll* de Microsoft Windows [TP02]. Un objet COM est un programme qui met en œuvre une ou plusieurs interfaces de programmation. Chaque interface est une liste de fonctions.

Travaux de Zhu et Shen 2013

Les auteurs [ZS13] présentent l'implémentation d'un système d'évaluation automatique pour les programmes de la suite bureautique basés sur le modèle Navigateur/serveur (Browser/Server). Ils ont choisi Word comme un exemple pour expliquer les étapes et la logique de leur implémentation.

Ce système utilise le langage C#⁴ et la technologie COM qui permet d'analyser les méthodes d'interface de chaque application de Microsoft Visual Studio 2008, ainsi la création et l'extraction de la réponse à l'aide de la méthode d'interaction avec la base de données.

Comme illustré dans la figure 2.5 le processus de notation dans ce système consiste à appliquer la technologie d'automatisation COM pour démarrer le logiciel du traitement de texte d'une manière transparente et ouvrir le document Word, puis invoquer une série de méthodes via l'interface COM fournie. Puis, extraire les attributs du document ouvert, et faire correspondre les épreuves et extraire les informations sur les points de test qui sont définies dans le processus de test à partir de la base de données. Puis ouvrir le document des candidats simultanément et noter selon les critères de notation définis.

4. C# est un langage de programmation orienté objet, créé par la société Microsoft, permet de générer diverses applications.

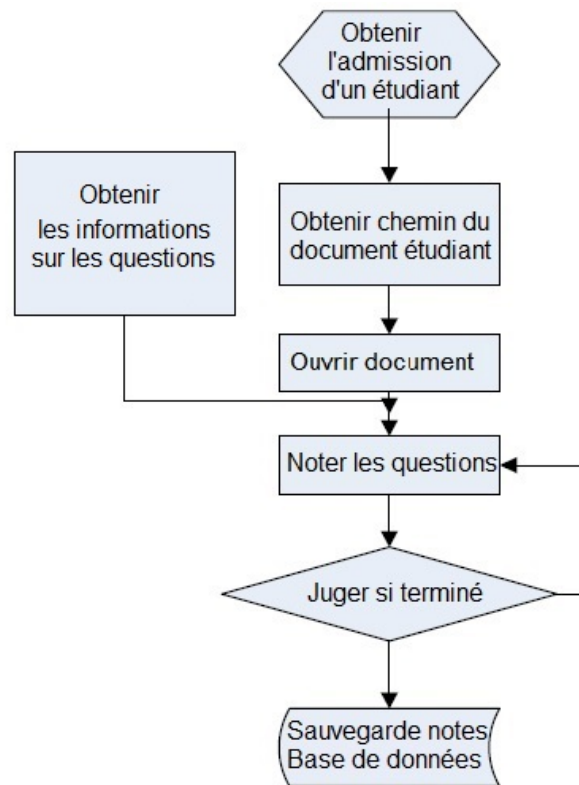


FIGURE 2.5 : L'organigramme de l'évaluation.

2.2.2.4 Autres techniques

Il existe des travaux qu'utilisent d'autres techniques qui n'appartiennent pas aux catégories décrites précédemment. Dans cette section, nous présentons deux classe de travaux. Dans la première classe, les travaux sont basés sur l'utilisation de l'option "Comparer et Combiner documents" de Microsoft Word. Et la seconde classe, aborde les travaux basés sur l'utilisation des techniques de l'intelligence artificielle (IA).

Travaux de Hill 2004 et 2011

Hill a développé plusieurs systèmes d'évaluation automatique de différents programmes de la suite Microsoft Office [Hil11] [Hil04].

Dans [Hil04] deux systèmes d'évaluation automatique développés, Microsoft Excel (Microsoft Excel Automated Grader - MEAGER) et Microsoft Access (Microsoft Access Database Automated Grading System - MADBAGS).

Dans [Hil11] les systèmes développés sont Word Grader pour Microsoft Word et PowerPoint Grader pour Microsoft PowerPoint.

- **Word Grader** est une application Microsoft Access basée sur l'utilisation de l'option "Comparer et Combiner documents" de Microsoft Word, dont elle permet aux utilisateurs d'approuver les modifications de documents, ou de concilier les versions contradictoires des documents.

En effet, l'application consiste à vérifier un document en utilisant l'option "Comparer et Combiner documents" de Microsoft Word pour fusionner le document de l'étudiant avec le document de l'enseignant (corrigé type). Après la comparaison, Word Grader enregistre chaque différence (révision) dans une table Access. Comme le montre la figure 2.6, cet outil permet à l'instructeur d'ajouter son propre barème, comme il peut aussi ajouter le nombre de points déduit par erreur de format ou d'autres types d'erreur. Étant donné que la comparaison est faite par l'option "Comparer et Combiner documents" de Microsoft Word, l'évaluation des compétences qui ne sont pas comparable avec cette option de Microsoft Word sera difficile (par exemple : l'insertion des zones de texte).

- **PowerPoint Grader** extrait le texte de la présentation PowerPoint de l'instructeur et l'étudiant. Le texte sera comparé de la même manière que Word Grader. Le thème et la mise en forme des transparents de la présentation seront aussi évalués. On attire l'attention que l'évaluation des animations et d'insertion des objets n'est pas soutenue par cet outil.

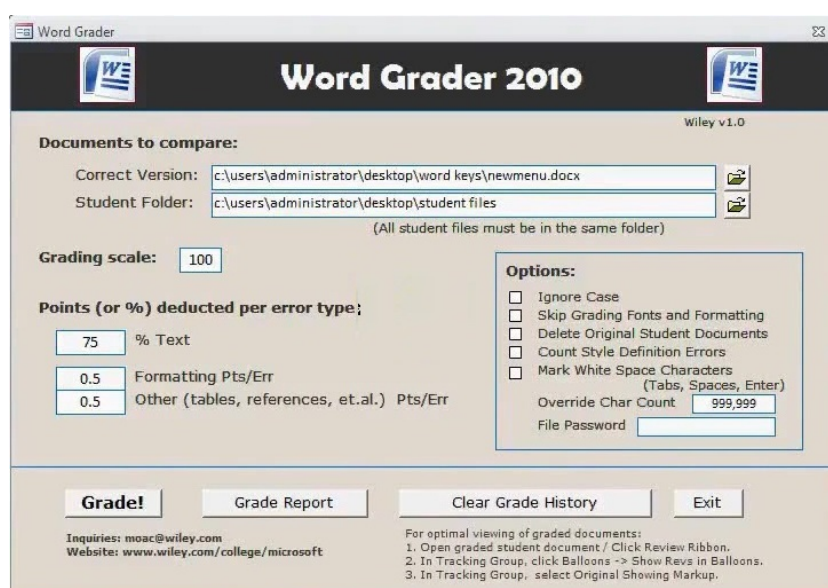


FIGURE 2.6 : Capture écran de l'outil Word Grader [Hil11].

Travaux de Dowsing 1996 et 2003

Plusieurs travaux d'évaluation automatique de traitement de texte ont été réalisés par Dowsing et Lang, dont on tient à mentionner que Dowsing était parmi les pionniers de ce domaine ; il avait un papier en 1996 [DLS96] qui représente l'ancêtre d'une série de ses

travaux. Où il a toujours tenté d'exploiter les techniques d'intelligence artificielle pour automatiser l'évaluation des documents Word produit.

Dans cette catégorie, on essaye de décortiquer le travail le plus récent parmi les travaux de ces auteurs. Ce travail a été déployé dans un grand organisme anglais d'évaluation, pour remplacer la correction humaine [LDC03].

En fait, Ce papier décrit un ensemble de système d'évaluation automatique pour les technologies de l'information. Ce système d'évaluation du traitement de texte est basé essentiellement sur les bases de connaissances. Ainsi, des systèmes similaires ont été développés pour les autres compétences TIC. L'un des problèmes de ce système soulignés par les auteurs de ce papier, est que la comparaison entre les documents Word donne des résultats très homogènes. Ceci rend son analyse, ainsi que son évaluation très difficile.

2.2.2.5 Synthèse et discussion

Nous présentons dans le tableau 2.1 une synthèse des travaux décrits auparavant, en donnant les différentes caractéristiques, des observations et des critiques pour chaque outil. Ainsi, nous avons pris comme critères de comparaison :

- Le type de l'évaluation : entièrement automatique ou bien semi automatique lorsque elle nécessite une intervention humaine, pour modifier les questions d'une épreuve ou corriger les copies ;
- La technique ou la technologie utilisée : COM, VBA, XML ou d'autres ;
- La possibilité de donner une rétroaction ou feedback ;
- Les compétences évaluées par l'outil : Word, Excel, PowerPoint, ou autres.

Auteurs	Critère	Type	Technique	Feedback	Compétences	Observation
Zhu et Shen 2013		Automatique	Technologie COM		Word	Difficultés de l'analyse complète de la librairie des objets Office
Lahtonen et al. 2012		Semi automatique	Technologie XML	✓	Word, Excel, PowerPoint et autres	Non flexible, configuration à chaque fois
Hill 2011		Automatique	Comparer et combiner de MS Word		Word, PowerPoint	inhabileté d'évaluer les compétences qui sont incomparable avec cette option
Koike et al. 2005		Semi automatique	Technologie VBA	✓	Word, Excel	dépendant au LMS (contrainte environnementale)
Dowsing 2003		Semi automatique	Techniques de l'intelligence artificielle	✓	Word	Difficulté d'analyse et d'évaluation des résultats très homogènes

TABLE 2.1 : Les caractéristiques des systèmes d'évaluation des compétences TIC étudiés

(NB. Pas de coche signifie «pas de feedback»,

'✓' signifie «l'outil donne du feedback»)

D'après l'étude que nous avons fait, nous constatons que tous les systèmes que nous avons étudié assurent une évaluation **authentique**, c'est à dire l'évaluation des compétences de l'étudiant en le mettant dans une situation réelle (par exemple : l'évaluation des compétences en traitement de texte en utilisant l'application Microsoft Word). Cependant, la majorité de ces travaux, comme par exemple, [ZS13] [LI12] sont pauvres en matière de flexibilité et facilité d'élaboration de nouvelles épreuves ou de nouvelles questions. Par exemple, dans [ZS13], l'enseignant doit être familier à Microsoft Office et connaît bien les objets dans les documents Office pour pouvoir définir des questions. Ainsi, dans [LI12] l'enseignant doit avoir des connaissances en langage XML pour pouvoir modifier le fichier de configuration XML (Requirements.xml) s'il veut modifier des exigences ou ajouter de nouvelles exigences.

2.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé l'évaluation automatique des compétences TIC, un type particulier des domaines d'application de l'évaluation électronique. Plus particulièrement, l'évaluation des compétences pratiques des applications de la suite Office (l'objet de notre travail).

Tout d'abord, nous avons commencé par donner un aperçu général du domaine des TIC. Puis, nous avons donné des exemples des systèmes de certification des compétences TIC les plus connus (ECDL et MOS). Ainsi, une panoplie des travaux d'automatisation de l'évaluation des compétences TIC avec une synthèse est présentée, tout en discutant :

- Les stratégies d'évaluation des compétences Offices (analyse de trace ou analyse de document) ;
- Les techniques et technologies utilisées par ces travaux (VBA, COM, XML, techniques d'IA,...).

Enfin, nous avons constaté que malgré les performances des travaux étudiés, ils souffrent de problème de restrictions concernant l'élaboration de l'examen (modification des questions) et l'ajout du barème d'un enseignant. Ainsi que, l'utilisation des outils développés pour évaluer d'autres types de document ou compétences (spécificité à un type et version particulier d'application Office).

Dans le chapitre suivant, nous présentons notre approche visant à exploiter la force de la technologie XML pour évaluer les compétences TIC.

Chapitre 3

Notre approche d'évaluation et expérimentation

Dans ce chapitre, nous présentons notre approche d'évaluation entièrement automatique, des compétences dans n'importe quel programme d'une suite Office ou toute autre réponse d'étudiants en format électronique qui peut être représentée en format XML. En plus, nous présentons l'implémentation et l'expérimentation d'un outil d'évaluation entièrement automatique des épreuves de compétences pratiques du logiciel de traitement de texte le plus répandu Microsoft Word de la suite Microsoft Office, afin de prouver l'efficacité de notre approche.

Nous commençons par une vue générale de notre approche basée sur le format XML. Ensuite, nous détaillons les étapes de notre approche. Puis, nous présentons l'implémentation de notre outil. Une épreuve pratique de Microsoft Word a été élaborée afin d'évaluer les performances de l'outil.

3.1 Vue globale de notre approche

L'évaluation, comme mentionnée précédemment a une grande importance dans le processus enseignement-apprentissage. Avec les nouvelles formes d'apprentissage (Les MOOC, e-learning,...) et la croissance continue de la demande d'évaluation et de la certification des compétences d'un individu, cette opération est devenue de plus en plus laborieuse, fastidieuse, sujette d'erreurs et extrêmement difficile pour un évaluateur humain. Mais, avec l'essor fulgurant et l'intégration continue des TIC dans tout les domaines, en particulier, celui de l'éducation, le processus d'évaluation a aussi bénéficié de l'automatisation. Ceci permet de réduire le coût, l'effort et le temps consacrés à ce processus, ainsi que le rendre plus consistant et non subjectif. Cependant, d'après l'étude que nous avons fait dans les chapitres précédents, sur l'évaluation électronique, nous avons trouvé que la majorité des outils développés dans les travaux étudiés sont :

- **semi automatique** : le recours à un humain en plus des tâches réalisées par ordinateur),

- **ne sont pas flexibles** : limités en matière des questions et du barème. Par exemple, dans le cas des questions fermées comme les QCM, elles ne permettent d'évaluer que les deux premiers niveaux cognitifs de la taxonomie de Bloom -connaissance et compréhension- cependant, pour les questions ouvertes, malgré qu'elles permettent d'évaluer des niveaux cognitifs plus haut de la taxonomie de Bloom (application, synthèse) elles nécessitent des connaissances en langages de programmations comme le langage VBA, pour pouvoir modifier les questions à réponses construites (le code de l'outil). Ainsi que pour la possibilité d'ajouter le barème par l'enseignant.
- **ne sont pas authentique** : Mettre l'apprenant dans une situation réelle est la meilleure façon de confirmer sa compréhension voire sa maîtrise de ce qu'il a appris. Cependant, on trouve soit des examens traditionnels dites papier-crayon ou la majorité des outils d'évaluation automatique se basent sur les questions de type QCM.
- **spécifiques au domaine** pour lesquelles ils ont été développés.

Pour les raisons citées, nous avons proposé une approche **plus générale** et **flexible** pour permettre d'évaluer d'une manière **entièrement automatique** et dans un contexte d'évaluation **authentique** ; sans avoir besoin de l'intervention d'un humain pour modifier les questions ou corriger des copies.

Notre approche d'évaluation entièrement automatique, baptisée *F3A : Fully Automatic Assessment Approach*, est donc destinée à tout type d'examen où l'on cherche à évaluer les compétences des étudiants dont la réponse est une production sous la forme d'un document électronique. Cette approche s'appuie sur le potentiel du format XML, qui est une représentation universelle de n'importe quel document électronique (structure et contenu). La figure 3.1 montre la vue globale de notre approche F3A.

L'idée principale de notre approche d'évaluation automatique, est de convertir les réponses (productions) des étudiants en format XML. Ces dernières doivent être analysées syntaxiquement par un analyseur syntaxique (ou *Parser*) afin de les apprêter pour pouvoir les manipuler. Ensuite, une des technologies d'interrogation des documents XML est utilisée, afin d'extraire à partir des documents XML de l'enseignant et des étudiants les motifs (les informations ou parties utiles au processus d'évaluation). Puis, une mesure de similarité est appliquée entre ces motifs. A la fin, une note est attribuée selon les résultats de la mesure de similarité (l'existence et le taux de similarité) entre les parties extraites du corrigé type de l'enseignant et les documents des étudiants.

Étapes de l'approche

Une vue globale de notre approche d'évaluation automatique F3A, illustrée dans la figure 3.1, montre que l'approche F3A est constituée de quatre grandes étapes (modules) : (pré-traitement, extraction des compétences visées, recherche de ces compétences et l'at-

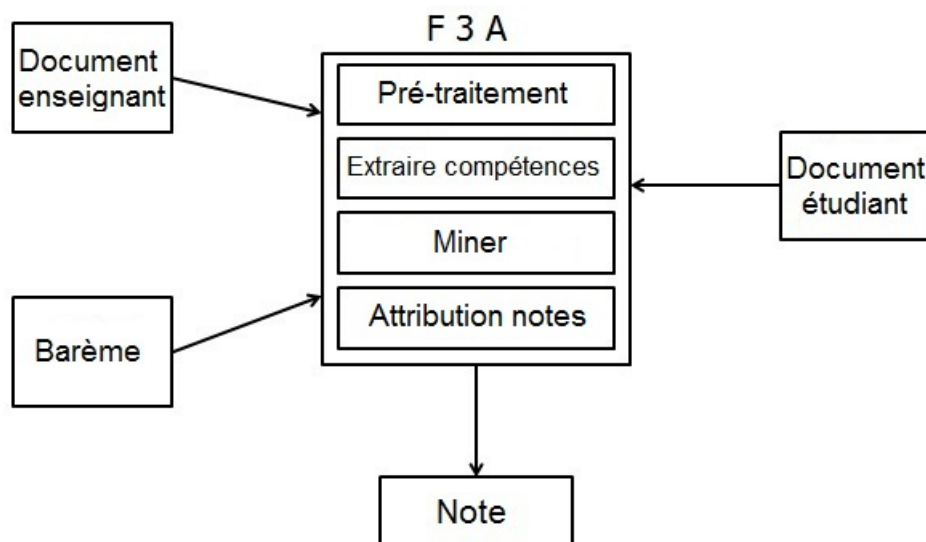


FIGURE 3.1 : Vue globale de l'approche F3A.

tribution des notes). Nous allons détailler ces étapes dans ce qui suit.

Cette architecture modulaire est préméditée. En effet, on vise par cette architecture modulaire à rendre le paramétrage de n'importe quel outil indépendant des différents programmes d'une suite Office (Word, Writer, Excel, Powerpoint,...) ainsi que la généralisation de ce modèle à d'autre domaine via l'utilisation du format XML.

Pré-traitement

Comme nous l'avons signalé plus haut, notre contribution est fondée fortement sur le potentiel du format XML et les technologies connexes. Par conséquent, la première étape consiste à transformer toutes les entrées, les productions des étudiants et le corrigé-type de l'enseignant en documents au format XML.

Ces derniers doivent être analysés syntaxiquement afin de pouvoir les manipuler et extraire les informations utiles au processus d'évaluation. Cet étape peut aussi avoir quelques pré-traitement comme le nettoyage et la réorganisation de quelques parties du document XML en forme d'arbre, selon les exigences de l'application. Ce pré-traitement est soumis à la condition de ne pas perdre ou modifier la structure et contenu original). Le pré-traitement diffère selon le type du document original. Il peut améliorer les résultats du système d'évaluation.

Le résultat de cette étape est un arbre XML épuré de toute redondance, paragraphe vide inutile, coupure de balise ou balise vide dûes aux sauvegardes intermédiaires.

Extraction des compétences visées

Vu que toute action de n'importe quelle fonction, dans notre cas compétence TIC peut être représentée par le format XML, cette étape réalise l'extraction des compétences (parties) visées de la représentation XML du corrigé type de l'enseignant afin de les utiliser comme des motifs de recherche à exploiter par l'étape suivante. Par exemple, dans notre approche d'évaluation, les compétences extraites peuvent être décrites par des expressions XPath.

Le résultat de cette extraction c'est un ensemble C de chemin. Chacun représente une compétence visée. C'est une forme de linéarisation de l'arbre XML en chemin de nœuds internes jusqu'aux feuilles.

Recherche des compétences

Cette phase sert à confronter les compétences de l'étudiant à celles extraites dans l'étape précédente. En effet, une mesure de similarité est appliquée entre toutes les parties (motifs) extraites du document enseignant, lors de l'étape précédente, avec celles extraites du document produit par l'étudiant. Cette étape peut être vue comme une étape de recherche/correspondance de motifs (compétences extraites) dans l'arbre.

Attribution des notes

D'après les résultats des mesures de similarité obtenus dans l'étape précédente et selon le barème prédéfini par l'enseignant, une note est attribuée à chaque compétence. En d'autres mots, c'est l'attribution des notes pour chaque motif (compétences visées) existant dans les copies des étudiants.

3.2 Implémentation

Nous avons vu que la recherche dans le domaine d'évaluation électronique (conception et développement des outils d'évaluation) a un historique long; plusieurs outils ont été développés, et ceci dans plusieurs domaines [LI12]. Cependant, très peu de tentatives ont été établies pour développer des systèmes d'évaluation électronique pour évaluer les compétences TIC, en particulier les suites bureautiques [KG12]. De ce fait, nous avons proposé une approche qui peut se généraliser pour répondre à ces différents besoins. Et dans le but de valider l'efficacité de cette approche d'évaluation automatique, nous avons implémenté et évalué un outil basé sur cette dernière. On se limite dans une première investigation au développement d'un outil destiné à l'évaluation automatique des compétences en traitement du texte utilisant le programme Microsoft Word de la suite bureautique Microsoft Office. Ce choix est justifié par le fait que ce programme est parmi les plus utilisés.

Dans ce qui suit, nous allons exposer les différents ingrédients nécessaires à la réalisation de notre outil en justifiant nos choix. Ensuite, nous présentons l'architecture de notre outil et un scénario d'évaluation.

3.2.1 Identification des ingrédients

Comme tout processus de construction, le développement d'un outil (logiciel) commence par l'élaboration d'un plan et les ingrédients nécessaires à la réalisation de l'outil en suivant ce plan. En effet, dans cette étude, notre plan n'est rien d'autre que la projection de notre approche sur le domaine d'évaluation des compétences en traitement du texte par Microsoft Word. Cependant, en ce qui concerne les ingrédients, nous allons présenter les alternatives des technologies à utiliser, ainsi que les choix de technologies que nous avons effectué, et la justification de ces choix.

D'après la description de notre approche, il est clair qu'elle est fondée sur la technologie XML. Nous allons donc exposer dans ce qui suit ses technologies connexes. Ce sont les différentes technologies d'interrogation des documents XML et les différents analyseurs syntaxiques qui permettent de manipuler et d'exploiter les informations des documents XML.

3.2.1.1 Technologies d'interrogation des documents XML

Plusieurs outils et artefacts sont développés, nous nous sommes contentés de décrire et étudier les plus importants. Par la suite nous présenterons deux technologies permettant l'extraction de l'information des documents XML. En premier lieu, nous aborderons XQuery, un langage qui permet d'effectuer des recherches au sein d'un document. Ensuite, nous introduisons XPath, un langage permettant de sélectionner certaines parties d'un document XML.

– XQuery

XQuery est une recommandation du W3C¹. C'est un langage permettant d'extraire des informations à partir d'un ou plusieurs documents XML et de synthétiser de nouvelles informations à partir de celles extraites. Il est similaire à un langage d'interrogation de bases de données et joue le rôle de SQL pour les documents XML [Car10]. C'est le langage de requêtes d'un document XML.

Le langage XQuery utilise comme brique de base les expressions XPath que l'on va le décrire dans la section suivante. Les requêtes correspondent à des expressions, comme par exemple : For, Let, Where, Order by, Return, permettant de manipuler, transformer et trier les résultats, ce qui n'est pas possible à réaliser avec des expressions XPath. Voici une liste non exhaustive des fonctionnalités offertes par le langage XQuery :

1. W3C. XQuery 1.0 : An XML Query Language. <http://www.w3.org/TR/xquery/>

- La sélection de l'information contenue dans un document XML en fonction de critères spécifiques ;
- Le filtrage de l'information ;
- La recherche de l'information dans un document ou dans un ensemble de documents ;
- La Jointure des données provenant de documents multiples ;
- Le tri, le groupement et l'agrégation des données.

– XPath

XPath² est aussi un produit introduit par le W3C. Il est utilisé par d'autres langages et technologies XML, tels que XSLT³, XLink⁴, XQuery.

Comme son nom l'indique, XPath est un langage de sélection basée sur l'utilisation de chemin d'accès permettant de se déplacer au sein de la représentation arborescente du document XML. XPath est donc un langage d'expressions [Car10] permettant de sélectionner dans un document XML des éléments tels que : des sous-arbres, des nœuds, des attributs, etc. XPath traite le document XML comme un arbre de nœuds, qu'il permet de parcourir selon des axes (fils, parent, ancêtre, descendant, ...) et de sélectionner des nœuds par leurs noms.

Il comprend une syntaxe pour décrire les chemins et un ensemble de fonctions. Sa syntaxe de localisation de chemins est inspirée de celle des systèmes de fichiers de type UNIX mais possède treize axes (directions) de recherche au lieu des quatre habituels (racine, parent, enfant et noeud courant). Une expression XPath a la syntaxe suivante : `axe::noeud[prédicats]`

Les axes disponibles sont les suivants :

- **child** : : ou rien (le défaut) pour les enfants immédiats du noeud courant ;
- **attribute** : : ou abrégé par @ pour les attributs du noeud courant ;
- **self** : : ou abrégé par . le noeud courant ;
- **parent** : : ou abrégé par .. le noeud parent ;
- **ancestor** : : pour rechercher dans tous les noeuds ancêtres ;
- **ancestor-or-self** : : inclus tous les noeuds ancêtres et le noeud courant ;
- **descendant** : : ou abrégé par // pour tous les descendants du noeud courant ;
- **descendant-or-self** : : inclus en plus des descendants le noeud courant ;
- **following** : : les noeuds après le noeud courant ;
- **following-sibling** : : les noeuds frères (ayant le même parent que le noeud courant) se trouvant après le noeud courant dans le document ;
- **preceding** : : les noeuds avant le noeud courant ;
- **preceding-sibling** : : les noeuds frères se trouvant avant le noeud dans le document ;
- **namespace** : : les noeuds du même espace de noms que le noeud courant.

2. W3C. XML Path Language (XPath). <http://www.w3.org/TR/xpath>

3. XSL Transformations (XSLT). <http://www.w3.org/TR/xslt>.

4. XML Linking Language (XLink)

L'évaluation d'une expression d'interrogation XPath donne un objet dont le type peut être un ensemble de nœuds (éléments), booléen, un nombre ou une chaîne.

Dans une expression XPath,

- le **symbole** @ permet de sélectionner les attributs XML.
- le **symbole** // permet de sélectionner un descendant quelle que soit sa position dans la hiérarchie.

De plus, ces expressions peuvent contenir des prédicats qui permettent de filtrer des éléments ou des attributs selon une condition.

3.2.1.2 Analyseurs syntaxiques XML

Comme le XML n'est qu'un langage de structuration et de représentation de données. Il ne comporte pas d'instructions de contrôle, donc il ne permet pas l'exploitation direct des données ; Il faut donc utiliser d'autres langages de programmation comme : Java, C++, Python...etc. En effet, ces langages ont des analyseurs syntaxiques des documents XML permettant de récupérer d'un document XML ses balises, leurs contenus, leurs attributs et de les rendre accessibles.

Il existe plusieurs *APIs* (*Application Programming Interface*) permettant l'analyse syntaxique des documents XML. Les deux APIs les plus répandues sont : *SAX* (*Simple API for XML*) et *DOM* (*Document Object Model*)(voir figure 3.2). Ces deux APIs ont différents principes et résultats :

- L'analyseur SAX est orienté événement.
- L'analyseur DOM est orienté hiérarchie.

Dans ce qui suit, ces deux APIs seront détaillées :

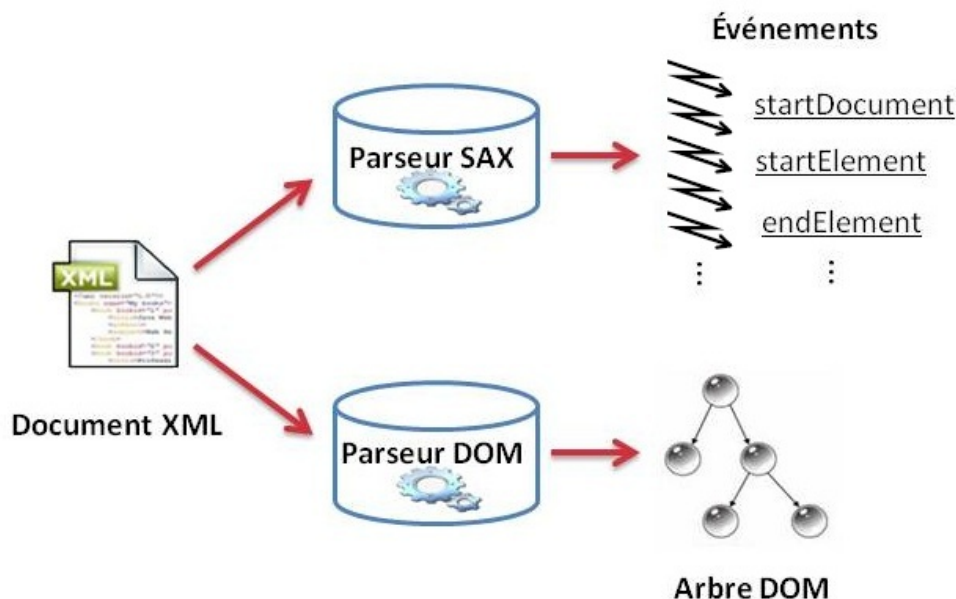


FIGURE 3.2 : Analyseurs syntaxiques des document XML (Sax et DOM).

– SAX Parser

L'API SAX⁵ fonctionne sur un mode événementiel où les traitements de l'utilisateur sont effectués pendant l'analyse du document XML. En fait, l'analyseur syntaxique SAX fournit une interface événementielle pour parcourir un document XML. Il renvoie à l'application qui manipule le document XML des "événements" (ouverture ou la fermeture du document, ouverture de balise, fermeture de balise, contenu textuel...).

L'interface SAX est composée de deux packages de classes :

- org.xml.sax
- org.xml.sax.helpers.

Par exemple : la classe, org.xml.sax.ContentHandler contient les méthodes permettant la gestion des événements (startDocument(), endDocument(), startElement(..), endElement(..) ...). C'est grâce à ces méthodes que SAX génère un événement à chaque fois qu'une partie du document précis est rencontrée (début ou fin de document, début d'un élément...). Ainsi, l'utilisateur peut associer une fonction à un événement, et ceci sans modifier l'analyseur syntaxique.

SAX est bien adapté pour les traitements qui ne nécessitent qu'une seule passe sur le document, ou dans le cas de gros volumes de données, s'il n'est pas nécessaire d'avoir une représentation complète des données en mémoire.

5. SAX : <http://www.saxproject.org/>

– DOM Parser

DOM est une recommandation du W3C⁶. à la différence des analyseurs syntaxiques SAX, les analyseurs syntaxiques DOM sont basés sur une approche hiérarchique permettant une navigation facile dans un document mais après le chargement complet en mémoire de sa structure hiérarchique.

Un analyseur syntaxique ou Parser DOM prend en entrée un document XML et construit, à partir de ce dernier, une structure de données arborescente (arbre DOM) correspondante à ce document. Ensuite, l'application peut facilement traverser cette structure de données pour extraire les informations à partir du document XML. En effet, l'API DOM qui fonctionne sur la représentation hiérarchique à base d'objets du document XML possède de nombreuses méthodes pour y accéder ou la modifier. Par exemple, il est très facile de sélectionner un ensemble des nœuds avec une expression XPath (voir...).

Il existe des implémentations de DOM pratiquement pour tous les langages pouvant lire des documents XML.

3.2.1.3 Choix des technologies

Dans ce paragraphe, nous présenterons et justifierons le choix des différentes technologies utilisées dans chaque partie de notre outil. Tout d'abord, nous justifierons notre choix du format XML afin de représenter la production d'un étudiant. Ensuite, sur base de cette première décision, nous expliquerons deux technologies connexes à ce format universelle : l'utilisation d'un API permettant l'analyse syntaxique d'un document XML afin de pouvoir le manipuler et extraire les informations utiles et l'utilisation d'un langage d'interrogation appliqué à un document XML.

Comme nous l'avons vue précédemment, le format universelle XML peut être utilisé pour représenter presque n'importe quel format électronique. De plus, la structure arborescente d'un document XML s'avère être un atout, grâce à la rapidité et la facilité de la recherche sur les arbres.

L'objectif de notre outil est de savoir que les étudiants ont maîtrisé les compétences en traitement de texte par Microsoft Word. Et comme il est présenté précédemment le format Office Open XML (le format XML des document Office) permet de présenter les compétences dans ce document XML. Donc, pour pouvoir exploiter le document en format XML, nous avons besoin de l'interroger.

Comme nous l'avons mentionné, il y a différentes technologies d'interrogation des documents XML, chacune a ses caractéristiques qui conviennent à un type particulier de traitement. Mais avant d'utiliser une des technologies d'interrogation des documents

6. W3C Document Object Model <http://www.w3.org/DOM/>

XML, il est nécessaire de passer par une phase d'analyse syntaxique, ce qui explique la nécessité d'un analyseur syntaxique ou parser.

En effet, selon les caractéristiques de chaque technologie, ainsi que les exigences de notre application qui vise l'évaluation automatique des compétences en traitement de texte, nous avons effectué le choix de l'analyseur syntaxique et la technologie d'interrogation des documents XML. Tout d'abord, dans notre cas, le choix d'analyseur syntaxique ou du parser est guidé fortement par le but de l'application, qui cherche à vérifier l'existence et la similarité de quelque parties dans les document XML, à son tour ce but a influé le choix de la technologie d'interrogation, dont on a choisi le langage XPath. Ce choix est justifié par le fait de vouloir ne vérifier que l'existence de quelques parties dans un document XML. Donc, le langage XPath fonctionnant sur une structure arborescente pour extraire les informations à partir d'un document XML. D'où, la nécessité d'un analyseur syntaxique qui permet de représenter un document XML sous la forme d'arbre. De ce fait, nous avons instrumenté l'API DOM, ce langage permettant de représenter et interagir avec les objets d'un document XML.

Ces choix faits, il ne reste que la définition du niveau de granularité et l'architecture de l'outil pour réaliser l'implémentation.

3.2.1.4 Granularité

Grâce à la syntaxe riche de notre expression XPath, dont le rôle est d'extraire les compétences visées ou les Motifs, on pourra y avoir le contrôle sur le niveau de granularité de notre outil. En effet, deux niveaux de granularité peuvent être définis, une granularité fine et une grosse granularité :

- **Grosse granularité** : ce niveau de granularité se traduit par la recherche de l'existence d'une compétence, c'est à dire la recherche des balises qui assurent seulement la maîtrise d'une compétence donnée.
- **Granularité fine** : Dans le cas d'une granularité fine, nous devons rajouter plus d'informations que l'existence des uniquement balise en extrayant ses attributs et contenu, pour que les résultats d'évaluation soient plus exactes.

Dans notre outil nous avons opté pour une granularité fine, en extrayant les balises, leurs attributs et leurs contenus.

3.2.2 Architecture de l'outil

Après avoir fixé les technologies qui peuvent être utilisé dans le développement des outils basés sur notre approche F3A, nous avons appliqué cette approche pour implémenter

ter un outil d'évaluation automatique des compétences pratiques en traitement de texte en utilisant le programme le plus répandu, Microsoft Word.

La figure 3.3 illustre l'architecture de notre outil. Il est constitué de trois parties principales : la partie permettant l'accès aux corrigé type et les copies d'étudiants via un répertoire ou un archive Zip, la partie du traitement et celle des résultats.

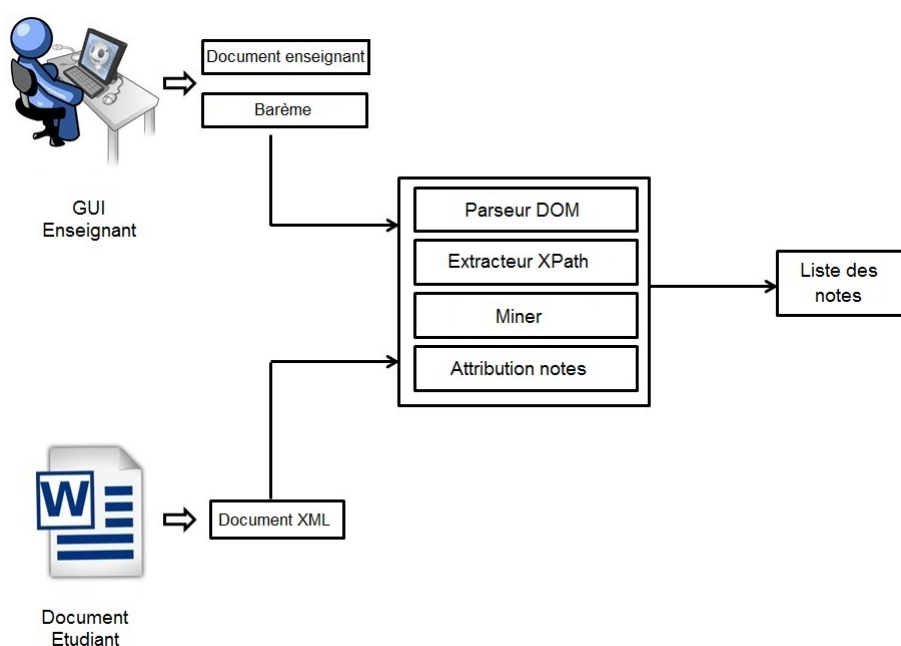


FIGURE 3.3 : Structure de l'outil.

3.2.2.1 Interface de l'enseignant

Dans le but de simplifier et faciliter à l'enseignant les différentes tâches liées au processus d'évaluation tels que l'élaboration des examens, l'ajout de son propre barème et l'identification de rétroaction (*Feedback*, etc. Notre outil comprend une interface utilisateur graphique (*GUI : Graphical User Interface*) conviviale et simple.

Cette interface ne requiert aucune charge supplémentaire de travail de la part d'un enseignant ; comme par exemple, des connaissances en langages de programmation pour lui permettre personnaliser son épreuve en modifiant le code de l'outil ou en configurant des fichiers, comme la configuration du fichier XML des exigences comme vues dans l'outil Parsi [LI12].

3.2.2.2 Parseur DOM

Comme expliqué plus haut, notre outil est fondé sur l'utilisation de la technologie XPath, cette dernière nécessite une structure arborescente pour pouvoir extraire les in-

formations à partir d'un document XML. Ceci est possible par l'utilisation d'un analyseur syntaxique DOM qui construit une structure de donnée hiérarchique correspondant au document XML. Donc ce module sert à construire les arbres DOM des documents XML d'enseignant et ceux des étudiants pour pouvoir les exploiter par les modules suivants. Cet arbre DOM du document enseignant est préparé pour extraire les compétences à chercher dans les arbres DOM des documents des étudiants.

3.2.2.3 Extracteur XPath

L'extracteur XPath est le module principale de notre outil d'évaluation automatique. Il a été choisi pour extraire des parties du document XML représentant les compétences visées, afin de les utiliser pour vérifier leurs existence dans les documents des étudiants et pour mesurer la similarité entre ces parties si elles existent.

En effet, nous avons exploité cette technologie permettant l'interrogation des documents XML pour extraire l'**Ensemble des Compétences Requises ECR**. En fait, nous avons représenté ces compétences extraites ECR par des expressions XPath pour servir de motifs à rechercher dans les documents étudiants.

3.2.2.4 Miner : Recherche des compétences

Le but du module Miner est de vérifier l'existence et calculer la similarité entre les compétences requises et celles extraites précédemment des documents étudiants. Ce qui permet d'évaluer le savoir faire des étudiants.

Donc, le module Miner vérifie en premier lieu l'existence des compétences requises **ECR** une à une. Si la compétence est trouvée, il passe à l'étape de calcul de similarité.

Cette vérification est, en réalité, une première étape vers la validation de la maîtrise d'une compétence donnée.

Le principe de fonctionnement de ce module est simple, il consiste à évaluer l'expression XPath de chaque compétence appartiennent à l'ensemble **ECR** sur l'arbre DOM du document étudiant. C'est une opération de correspondance de motifs : parties du document XML représentant les compétences requises et les parties des documents des étudiants.

3.2.2.5 Attribution des notes

Dans ce dernier module, une note est assignée pour chaque compétence de traitement du texte existante et similaire, et ceci selon le taux de similarité entre la compétence requise et celle réalisée par l'étudiant, tout en utilisant le barème prédéfini par l'enseignant. Le résultat finale de ce dernier module sera des listes des notes finales et détaillées des étudiants nous tenons à souligner que dans cette première investigation sur l'efficacité de notre approche d'évaluation F3A, nous n'avons pas fourni l'option de donner des rétroactions aux étudiants selon leurs erreurs commises.

3.2.3 Scénario d'évaluation avec notre outil

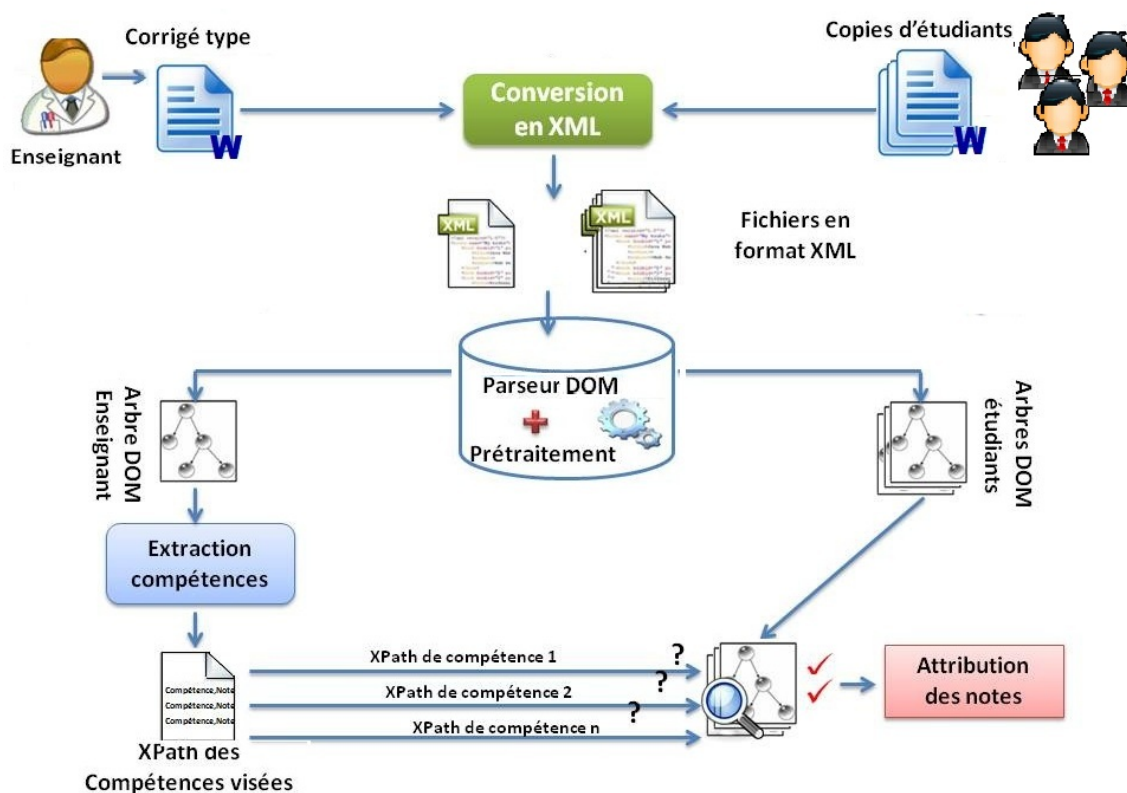


FIGURE 3.4 : Scénario d'évaluation par notre outil

Élaboration de l'examen

Pour notre cas d'évaluation des compétences pratiques en traitement de texte par Microsoft Word, l'enseignant a le choix entre :

- Fournir à l'outil le corrigé type sous la forme d'un document Microsoft Word en format XML pour que l'outil extrait et affiche une liste des compétences existantes et c'est à l'enseignant de valider ou définir les compétences visées et le barème.
- Il remplit les compétences visées et le barème à partir d'une interface utilisateur graphique (GUI enseignant).

Correction

Dans cette étape, l'enseignant donne le chemin du répertoire contenant les copies des étudiants en format XML, ainsi que le chemin du corrigé type correspondant en format XML aussi. Puis c'est à l'outil d'analyser ces documents syntaxiquement par DOM Parser, pour obtenir des arbres à parcourir par les expression XPath de chaque compétence visée

trouvée dans un fichier texte contenant les expression XPath de tout les compétences visées avec leurs notes. Enfin, l'outil attribue les notes en fonction d'existences des chemins des compétences visées dans les copies d'étudiants et affiche le résultat à l'enseignant selon son choix, soit la liste des étudiants avec notes finales ou la liste détaillée des notes par chaque compétence.

3.3 Expérimentation

Pour montrer l'efficacité de notre approche, nous avons implémenté un outil et réalisé deux expériences :

- La première consiste à comparer les notes finales des étudiants : Une comparaison entre les résultats obtenus par l'évaluation automatique moyennant notre outil et celle réalisée par l'être humain (l'enseignant).
- La deuxième consiste à comparer les notes par compétences : Une comparaison entre les notes d'un ensemble de compétences obtenues par la correction automatique avec notre outil et celle réalisée par l'être humain (l'enseignant).

Après l'élaboration de la comparaison les résultats obtenus sont montrés. De plus, des analyses et des investigations ont été faites afin de connaître les raisons des différences et écarts observés des résultats dans les deux types d'évaluation automatique et manuelle.

3.3.1 Banc d'essai

Nous commençons par décrire les compétences visées et le jeu d'essai réalisé.

Compétences visées

Dans cette expérimentation, on vise à évaluer différentes compétences en traitement de texte utilisant Microsoft Word de la suite bureautique Microsoft Office. Nous présentons ces compétences comme défini par le syllabus ECDL [ECD13].

Ces compétences varient entre des compétences de mise en forme caractère, paragraphe et la mise forme du page. Ci-dessous les compétences choisies :

- L'utilisation du style titre
- La justification des paragraphes
- L'interligne
- Changement de police de caractères
- Changement de la taille de police
- L'utilisation des puces et numéros
- Gras, Italique,...

- L’insertion d’entête
- L’insertion du pied de page

Épreuve Microsoft Word utilisée

Nous avons créé une épreuve pratique sous la forme d’un document Microsoft Word (voir annexe épreuve et résultats) qui a pour but d’évaluer la maîtrise des étudiants de dix différentes compétences en traitement de texte en Microsoft Word. L’épreuve consiste en réalisation d’un document Word contenant une entête et pied de page, des paragraphes avec différents types de Fonts et taille de police (par exemple : les Fonts Time New Roman et Arial et la taille de police 14). Quelques phrases doivent être mis en gras et d’autres en italique. Dans cette épreuve l’étudiant doit utiliser des listes à puces et numéros, il doit mettre des titres au différents style de titre : Titre, Titre1, Titre2.

Échantillon

Notre échantillon est constitué de cent copies d’étudiants. Nous avons fourni aux étudiants l’épreuve pratique décrite précédemment en copie imprimé. Elle contient de plus toutes les consignes de travail demandé afin d’avoir un document similaire au document fourni par l’enseignant (voir annexe épreuve et résultats).

3.3.2 Résultats et discussion

L’évaluation de notre outil est réalisée à l’aide d’un examen réel de travaux pratique. Les participants à cet examen sont les étudiants en première année informatique, pour le module bureautique. L’évaluation est de type authentique ; les étudiants ont utilisé le programme Microsoft Word 2007, et les notes de l’examen sont données à base d’un barème sur 10 points.

Après avoir récupéré les copies des étudiants testés, l’enseignant corrige manuellement les productions des étudiants. Il est à mentionner que cette tâche de correction manuelle du document Word n’est pas évidente, la majorité des compétences exige de l’enseignant de positionner le curseur sur le mot, le texte ou sur une zone spécifique dans la page, pour connaître si l’étudiant a maîtrisé une compétence requise ou non. Par exemple, le style utilisé (Titre, Titre1, Titre2,...), de même pour la police ou sa taille utilisée, etc.

Ensuite, à la fin de l’opération d’évaluation, les notes obtenues par l’évaluation de l’enseignant seront comparées avec celles obtenues par notre outil :

comparaison d’évaluation outil/humain globale

On vise à comparer les performances de l’évaluation automatique de notre outil par rapport à l’évaluation par l’humain. Le tableau C.1 (annexe **épreuve et résultats**) présente les écarts entre les notes des étudiants obtenues par évaluation humain/outil.

La figure 3.5 montre la distribution des étudiants par rapport à la valeur d'écart entre les notes des étudiants obtenues par notre outil et celles par l'évaluation manuelle de l'enseignant.

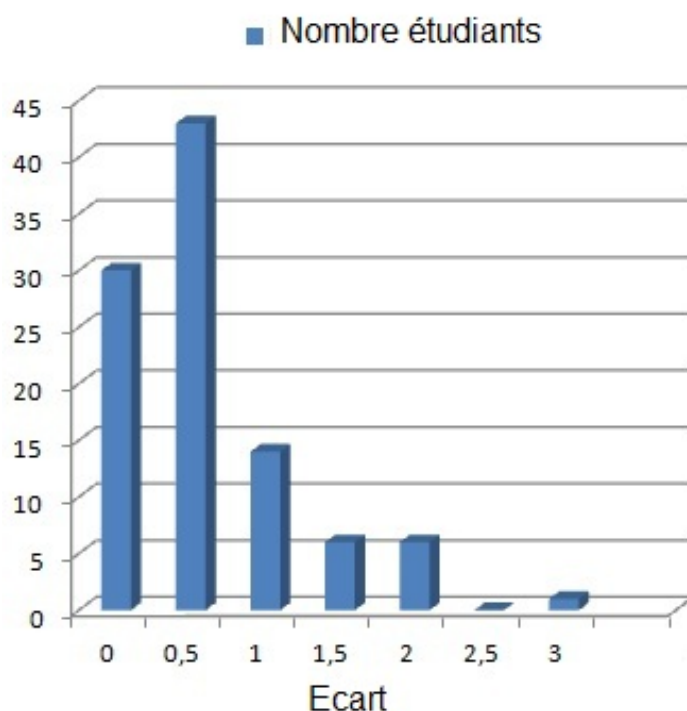


FIGURE 3.5 : La distribution des notes des étudiants selon l'écart entre évaluation automatique/manuelle.

Nous constatons que, sur 100 étudiants testés, 87 copies ont un écart inférieur ou égale à 1 point, soit 87% des étudiants de l'échantillon, dont 30 étudiants ont la même note par les deux types de corrections, soit 30%. En plus, une seule copie seulement qui a un écart supérieur à deux points (2,75 points).

Pour ce qui est de l'évaluation des compétences, les enseignants considèrent que la différence de 2 points est acceptable. Par conséquent, nous pouvons affirmer que l'outil a donné de très bons résultats, 99 copies d'étudiants avec un écart moins de 2 points, c'est 99% des copies de l'échantillon. Nous avons vérifié les corrections et la raison de l'écart 2,75 points, et le problème n'était pas lié à l'outil. Effectivement, il est issue des erreurs d'orthographe, ainsi que l'écriture de tous le document Word en majuscule et les expressions XPath que nous avons utilisé sont sensibles à la casse, et pour y remédier, il suffit d'ignorer la sensibilité à la casse, sauf que l'enseignant exige le contraire.

Nous avons analysé aussi les documents d'étudiants dans le cas des écarts plus de 1 point. Nous avons trouvé que la raison de ces écarts est due aux fautes d'orthographe commises par ces étudiants, lorsque la compétence requise, est l'édition d'un texte t avec

un style donné (la mise en forme caractère). Ce qui affecte le résultat de l'évaluation de l'expression XPath d'une telle compétence. Avec plus de détail, nous disons que ces écarts sont dus à l'inégalité du texte t (chaîne de caractère) saisi par les étudiants avec celui requis par l'enseignant.

Concernant ce premier test, les résultats (figure 3.5) montrent que l'évaluation automatique par notre outil est très proche de l'évaluation humaine.

De plus, nous avons constaté que la déviation de quelques notes est due essentiellement à un degré de subjectivité et inattention de l'enseignant qui évalue. Ce qui confirme donc l'exactitude d'évaluation avec notre outil.

Comparaison d'évaluation outil/humain par compétences

Dans ce deuxième test et pour un échantillon de sept compétences de traitement de texte :

- (a) Vérification des erreurs d'orthographe,
- (b) Utilisation du style titre,
- (c) Mise en forme du texte,
- (d) Interligne,
- (e) Utilisation des listes à puces et numéros,
- (f) Insertion d'entête
- (g) Insertion du pied de page.

L'histogramme de la figure 3.6 montre le ratio des notes identiques (outil/humain) de chaque compétence. Le but de cette mesure est d'observer quand l'évaluation automatique se comporte différemment avec celle réalisée par l'humain. En d'autres mots, le but de cette comparaison est de connaître quelles sont les compétences qui causent ces écarts.

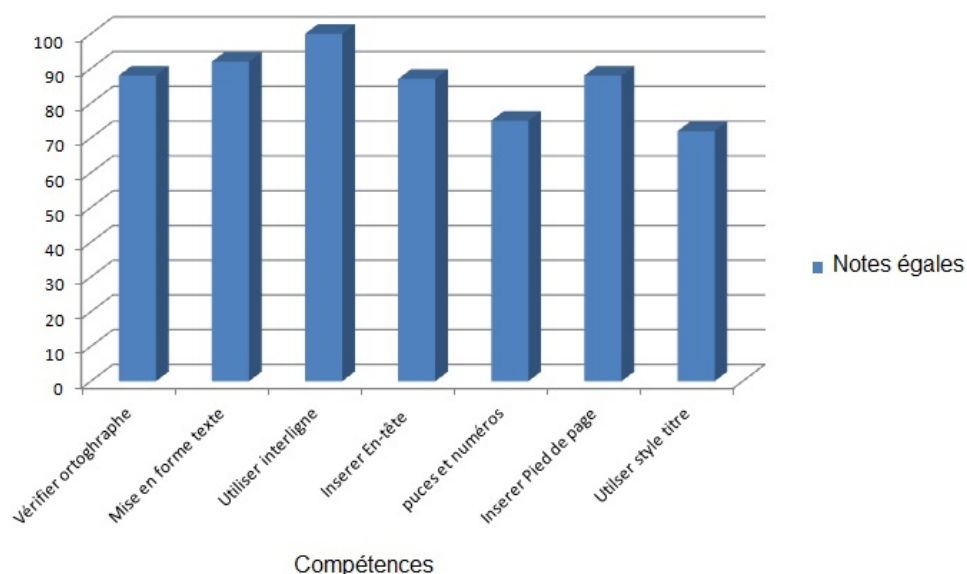


FIGURE 3.6 : Taux de similarité entre évaluation automatique/humain par compétence.

Concernant les résultats de ce deuxième test (figure 3.6). Premièrement, nous avons constaté que pour la majorité des compétences le taux a dépassé 83%. Cependant, les compétences d'utilisation d'une liste à puces ou numéros et l'utilisation du style titre (*Headings*) a une valeur d'environ 70% comme ratio.

Dans ce cas aussi, lorsque nous avons examiné l'origine de ces valeurs, nous avons trouvé que le problème, dans plus de 50% des copies, était dû à certaine inexactitude de l'évaluation humaine lorsque il y a beaucoup de détails à évaluer. Ou bien les erreurs d'orthographe commises par les étudiants.

Terminons maintenant notre discussions par les constats tirés de ces expériences et les sources de différences entre les deux types d'évaluation :

En plus de l'effort et le temps nécessaire à cette opération, la subjectivité qui caractérise l'humain, les erreurs sont facilement commises. L'une des plus fortes raisons des grands écarts entre les deux types d'évaluation.

Effectivement, l'évaluation automatique par notre outil est beaucoup plus : objective, exacte et rapide. Il suffit de fournir à l'outil le répertoire des documents (productions) des étudiants et le corrigé type correspondant, pour les corriger automatiquement en quelques clics, en un temps de quelques secondes seulement (temps nécessaire dans le cas d'une centaine de copies).

Maintenant, en plus des raisons mentionnées précédemment, techniquement et plus profondément, après avoir analysé les documents qui ont eu des grands écarts par les deux types d'évaluation, nous avons trouvé que la raison majeure de ces différences est

due à des erreurs d'orthographe commises par les étudiants, ce qui implique la non correspondance entre la chaîne de caractère utilisée par l'expression XPath correspondante à une telle compétence et la chaîne de caractère existante dans la majorité des copies corrigées.

Les résultats obtenus sont prometteurs et montrent les performances de notre outil, ce qui confirme donc l'efficacité de notre approche F3A.

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit notre approche d'évaluation automatique des compétences TIC. Cette approche est basée sur la potentiel du format XML et les technologies connexes. Nous avons aussi présenté l'implémentation et l'évaluation d'un outil que nous avons développé afin de prouver l'efficacité de notre approche et ceci par la comparaison entre l'évaluation manuel effectuée par l'enseignant et l'évaluation automatique par notre outil :

- Une comparaison entre les notes finales des étudiants obtenues de l'évaluation automatique par notre outil et l'évaluation manuelle par l'humain (enseignant).
- Une deuxième comparaison, plus profonde, a été effectuée selon la différence entre les notations de l'outil et l'enseignant d'un ensemble des compétences, afin de pouvoir connaître les raisons de ces écarts.

L'évaluation de l'outil est faite à l'aide d'un banc d'essai constitué d'un échantillon de 100 copies d'étudiants et une épreuve pratique de différentes compétences en traitement de texte utilisant Microsoft Word.

Les résultats obtenus montrent que l'évaluation automatique est très proche à l'évaluation manuelle. De plus, la modularité de notre architecture facilite sa généralisation aux autres programmes de la suite Office.

Conclusion générale

L'évaluation est le jugement de l'enseignement et de l'apprentissage. Dans le présent manuscrit nous avons exposé ce processus d'évaluation, en donnant des définitions et concepts clés relatifs, dans un souhait d'introduire la contribution de notre travail qui vise l'automatisation de l'évaluation, où l'on a essayé de motiver notre apport par la demande accrue à ce type d'évaluation.

Beaucoup de travaux ont émergé, nous avons présenté un état de l'art de l'évaluation automatique catégorisé par domaine, où on a remarqué un manque très apparent dans l'évaluation des compétences TIC, malgré l'importance de leur maîtrise et la difficulté de leur évaluation, dans cet ère, que ce soit pour les institutions académiques ou professionnelles. En effet, de nombreux systèmes de certification des compétences TIC sont apparus (ECDL et MOS). Cependant, la nécessité de l'automatisation reste encore incontournable. Nous avons consacré le deuxième chapitre à cet effet. En examinant quelques tentatives d'automatisation de l'évaluation des compétences TIC, et plus précisément on s'est focalisé sur les compétences de la suite Office.

À travers cet état de l'art, nous avons constaté que les performances des travaux étudiés étaient plus aux moins modestes ; ils souffrent de problème de restrictions concernant l'élaboration de l'examen et l'ajout du barème.

Dans ce contexte, nous avons proposé l'approche F3A (Fully Automatic Assessment approach) plus générale pour l'évaluation automatique des compétences TIC dans le cas d'une évaluation authentique. Dans cette approche, nous exploitons la force de la technologie XML pour évaluer les compétences TIC. Effectivement, Cette approche profite des atouts de :

- la représentation arborescente des documents XML ;
- la variété des technologies connexes au format XML, pour manipuler et extraire de l'information à partir de ce type de document.

Cette approche peut être vue après comme une recherche simple de motifs couplé avec une mesure de similarité.

Désirant que cette approche soit la plus générale possible, nous l'avons conçu indépendamment des technologies utilisées.

Afin de prouver l'efficacité et les performances de notre approche F3A, nous avons illustré son fonctionnement via le développement d'un outil d'évaluation automatique des compétences en traitement de texte utilisant l'application Microsoft Word.

L'évaluation des performances de l'outil développé est réalisée à l'aide d'un échantillon de 100 étudiants, qui ont été examinés par une épreuve pratique de Microsoft Word.

Dans cette étude expérimentale, Les résultats obtenus montrent que les notes de cette évaluation automatique sont similaires à celles d'une évaluation manuelle. En effet, plus de 98% copies ont présenté un écart de moins de 2 points, et une seule copie avec un écart de 3 points. Cet écart est dû aux erreurs d'orthographe commises par l'étudiant, dont l'enseignant n'a pas pu les détecter, alors ça aussi montre l'exactitude de l'évaluation par notre outil.

Les résultats obtenus sont prometteurs, ceci nous encourage à améliorer et généraliser cette approche. En effet, nous envisageons plusieurs perspectives à ce travail, parmi celles qui nous semblent les plus intéressantes :

- L'ajout de la prise en compte de la rétroaction (feedback) ;
- L'investigation de l'approche dans d'autres domaines pour la généraliser ;
- L'extension de notre approche aux autres compétences TIC (Excel, PowerPoint,...).

Bibliographie

- [AB06] Yigal Attali and Jill Burstein. Automated essay scoring with e-rater v.2.0. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 2006.
- [ACKCP09] C Abi Chahine, JP Kotowicz, N Chaignaud, and JP Pécuchet. Conception d'un outil d'aide à l'indexation de ressources pédagogiques" : EIAH09 Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. *Le Mans*, 2009.
- [AKA⁺01] Lorin W Anderson, David R Krathwohl, Peter W Airasian, Kathleen A Cruikshank, Richard E Mayer, Paul R Pintrich, James Rath, and Merlin C Wittrock. A taxonomy for learning, teaching, and assessing : A revision of bloom's taxonomy of educational objectives. *New York : Addison Wesley Longmann*, 2001.
- [AM05] Kirsti M Ala-Mutka. A survey of automated assessment approaches for programming assignments. *Computer Science Education*, 15(2) :83–102, 2005.
- [ASGK10] Mohammad Al-Smadi, Christian Guetl, and Frank Kappe. Peer assessment system for modern learning settings : Towards a flexible e-assessment system. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2010.
- [Aud11] Lucie Audet. Les pratiques et défis de l'évaluation en ligne. *Montréal : REFAD*, 2011.
- [BJ10] Philip G Butcher and Sally E Jordan. A comparison of human and computer marking of short free-text student responses. *Computers & Education*, 55(2) :489–499, 2010.
- [Blo56] Benjamin S Bloom. Taxonomy of educational objectives : Handbook i : Cognitive domain. *New York : David McKay*, 19(56), 1956.
- [BMA10] Ted Briscoe, Ben Medlock, and Øistein Andersen. Automated assessment of esol free text examinations. *Technical report, University of Cambridge Computer Laboratory Technical Reports, UCAM-CL-TR-790*, 2010.
- [Bor95] Frank L Borchardt. Language and computing at duke university : or, virtue triumphant, for the time being. *Calico Journal*, 12(4) :57–83, 1995.
- [BP03] Cliff E Beevers and Jane S Paterson. Automatic assessment of problem-solving skills in mathematics. *Active Learning in Higher Education*, 4(2) :127–144, 2003.

- [BSH13] Philip Butcher, Christopher Sangwin, and Tim Hunt. Embedding and enhancing eAssessment in the leading open source VLE. In *Proceedings of the HEA STEM Conference*, volume 2013. Higher Education Academy, 2013.
- [BW06] P. Black and D. Wiliam. Assessment for learning in the classroom. In J. Gardner, editor, *Assessment and learning*, pages 9–25. SAGE, London, 2006.
- [Car10] Olivier Carton. *L’essentiel de XML : Cours XML*. 2010.
- [CDWSB98] Catia Cucchiarini, Febe De Wet, Helmer Strik, and Lou Boves. Assessment of dutch pronunciation by means of automatic speech recognition technology. In *ICSLP*, volume 5, pages 1739–1742, 1998.
- [CGH⁺09] Tobias Cincarek, Rainer Gruhn, Christian Hacker, Elmar Nöth, and Satoshi Nakamura. Automatic pronunciation scoring of words and sentences independent from the non-native’s first language. *Computer Speech & Language*, 23(1) :65–88, 2009.
- [Cha97] Hadji Charles. *l’évaluation démystifiée : mettre l’évaluation scolaire au service des apprentissages*. Paris : ESF, Coll. Pratiques et enjeux pédagogiques, 1997.
- [Com07] Joint Information Systems Committee. *Effective Practice with e-Assessment : An overview of technologies, policies and practice in further and higher education*. Joint Information Systems Committee, 2007.
- [Cri07] Geoffrey Crisp. *The e-assessment handbook*. Continuum, 2007.
- [Cri09] Geoffrey Crisp. Towards authentic e-assessment tasks. In George Siemens and Catherine Fulford, editors, *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2009*, pages 1585–1590, Honolulu, HI, USA, June 2009. AACE.
- [CW05] Gráinne Conole and Bill Warburton. A review of computer-assisted assessment. *Research in learning technology*, 13(1), 2005.
- [Dav10] Sarah Davies. Effective assessment in a digital age. http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearning/digiassass_eada.pdf, 2010. visité le : 13 Février 2013.
- [Dc10] ZONG De-cai. Design and implementation of automatic scoring system for computer operation question [j]. *Computer Engineering and Design*, 5 :068, 2010.
- [DDG⁺09] Pablo Andres Diaz, François-Xavier Dudouet, Jean-Christophe Graz, Benjamin Nguyen, and Antoine Vion. Gouverner la standardisation par les changements d’arène. 2009.
- [Dik06] Semire Dikli. An overview of automated scoring of essays. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 5(1), 2006.
- [DK89] JM De Ketele. L’évaluation de la productivité des institutions d’éducation. *Cahiers de la Fondation Universitaire : Université et société, le rendement de l’enseignement universitaire*, 3 :73–83, 1989.

- [DLO05] Christopher Douce, David Livingstone, and James Orwell. Automatic test-based assessment of programming : A review. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, 5(3) :4, 2005.
- [DLS96] R Dowsing, S Long, and R Sleep. The cats wordprocessing skills assessor. *Active Learning*, pages 46–51, 1996.
- [Dow00] Roy D Dowsing. Assessing word-processing skills by event stream analysis. *International Journal of Human-Computer Studies*, 52(3) :453–469, 2000.
- [Ecd07] Ecdl. European Computer Driving Licence / International Computer Driving License Syllabus Version 5.0, 2007.
- [ECD13] ECDL. Syllabus ECDL Base Contenu des tests des modules Base, 2013.
- [Edw04] Stephen H Edwards. Using software testing to move students from trial-and-error to reflection-in-action. *ACM SIGCSE Bulletin*, 36(1) :26–30, 2004.
- [Ell03] Scott Elliot. Intellimetric : From here to validity. *Automated essay scoring : A cross-disciplinary perspective*, pages 71–86, 2003.
- [FPY12] Bill Foster, Christian Perfect, and Anthony Youd. A completely client-side approach to e-assessment and e-learning of mathematics and statistics. *International Journal of e-Assessment*, 2(2), 2012.
- [FW65] George E Forsythe and Niklaus Wirth. Automatic grading programs. *Communications of the ACM*, 8(5) :275–278, 1965.
- [GS04] Graham Gibbs and Claire Simpson. Conditions under which assessment supports students’ learning. *Learning and teaching in higher education*, 1(1) :3–31, 2004.
- [Güt08] Christian Gütl. Moving towards a fully automatic knowledge assessment tool. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3(1), 2008.
- [Hal95] K. Hall. Co-assessment : participation of students with staff in the assessment process. a report of work in progress. *2nd European Electronic Conference On Assessment And Evaluation.*, 1995.
- [He06] Lei He. A novel web-based educational assessment system with bloom’s taxonomy. *Current Developments in Technology-Assisted Education, Published by FORMATEX, Badajoz, Spain*, 3 :1861–1865, 2006.
- [HEF09] JISC HEFCE. Short answer marking engines, 2009.
- [Her12] C. Herbadji. *La gestion sous Excel et VBA*. Collection Finance. Eyrolles, 2012.
- [HHR02] Nicoll Hunt, Janet Hughes, and Glenn Rowe. Formative automated computer testing (fact). *British Journal of Educational Technology*, 33(5) :525–535, 2002.
- [Hil04] Thomas G Hill. Excel grader and access grader. *ACM SIGCSE Bulletin*, 36(2) :101–105, 2004.

- [Hil11] Thomas G Hill. Word grader and powerpoint grader. *ACM Inroads*, 2(2) :34–36, 2011.
- [Hol60] Jack Hollingsworth. Automatic graders for programming classes. *Communications of the ACM*, 3(10) :528–529, 1960.
- [HST02] Colin Higgins, Pavlos Symeonidis, and Athanasios Tsintsifas. The marking system for coursemaster. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(3) :46–50, 2002.
- [HW69] Jan B Hext and JW Winings. An automatic grading scheme for simple programming exercises. *Communications of the ACM*, 12(5) :272–275, 1969.
- [IAKS10] Petri Ihantola, Tuukka Ahoniemi, Ville Karavirta, and Otto Seppälä. Review of recent systems for automatic assessment of programming assignments. In *Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, Koli Calling '10, pages 86–93, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [JB00] Mr Bernard JANNET and Mme Guillemette Berthou. Evaluation sommative et progression des élèves. 2000.
- [Jon04] Don Jones. *Managing Windows with VBScript and WMI*. Authoritative series for Microsoft Windows Server system. Addison-Wesley, 2004.
- [Jor13] Sally Jordan. E-assessment : Past, present and future. *New Directions*, 9(1) :87–106, 2013.
- [KG12] Zlatko J Kovacic and John Steven Green. Automatic grading of spreadsheet and database skills. *Journal of Information Technology Education : Innovations in Practice*, 11 :53–70, 2012.
- [KIA⁺05] Hidekatsu Koike, Takahiko Ishikawa, Kiyoshi Akama, Masaki Chiba, and Katsunori Miura. Developing an e-learning system which enhances students' academic motivation. In *Proceedings of the 33rd annual ACM SIGUCCS fall conference*, pages 147–150. ACM, 2005.
- [KKK99] R.D. Kellough, N.G. Kellough, and E.C. Kim. *Secondary School Teaching : A Guide to Methods and Resources : Planning for Competence*. Merrill, 1999.
- [Laz06] Fotis Lazarinis. Designing an enhanced hypermedia assessment tool for end user ict certifications. In *The 1st International Conference on Virtual Learning*, pages 27–29, 2006.
- [LC03] Claudia Leacock and Martin Chodorow. C-rater : Automated scoring of short-answer questions. *Computers and the Humanities*, 37(4) :389–405, 2003.
- [LD10] Denise Leahy and Dudley Dolan. *History of the European Computer Driving Licence*. Springer, 2010.
- [LDC03] Stewart Long, Roy Dowsing, and Patrick Craven. Knowledge-based systems for marking professional it skills examinations. *Knowledge-Based Systems*, 16(5) :287–294, 2003.

- [L'H11] Sébastien L'Haire. *Traitement automatique des langues et apprentissage des langues assisté par ordinateur : bilan, résultats et perspectives*. PhD thesis, University of Geneva, 2011.
- [LI12] Tommi Lahtonen and Ville Isomöttönen. Parsi : a tool for automatic assessment of office documents and basic it skills. In *Proceedings of the 12th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, pages 174–180. ACM, 2012.
- [LLF03] Thomas K Landauer, Darrell Laham, and Peter W Foltz. Automated scoring and annotation of essays with the intelligent essay assessor. *Automated essay scoring : A cross-disciplinary perspective*, pages 87–112, 2003.
- [LSS09] Lan Li, Allen Steckelberg, and Sribhagyam Srinivasan. Utilizing peer interactions to promote learning through a web-based peer assessment system. *Canadian Journal of Learning and Technology / La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 34(2), 2009.
- [Mac99] Don Mackenzie. Recent developments in the tripartite interactive assessment delivery system (triads). In *Proceedings of the 3rd Annual Computer Assisted Assessment Conference*, 1999.
- [Mar04] Diana Rosario Pérez Marín. *Automatic evaluation of users' short essays by using statistical and shallow natural language processing techniques*. PhD thesis, Master's thesis, Universidad Autónoma de Madrid. <http://arantxa.ii.uam.es/~dperez/articulos/tea.pdf>, 2004. visité le : 27 Décembre 2012.
- [MC05] Kathryn Denise Martell and Thomas G Calderon. *Assessment of student learning in business schools : Best practices each step of the way*, volume 1. Association for Institutional Research (AIR), 2005.
- [McC02] David McConnell. The experience of collaborative assessment in e-learning. *Studies in Continuing Education*, 24(1) :74–92, 2002.
- [MG08] AL-Smadi Mohammad and Christian Gütl. Past, present and future of e-assessment : Towards a flexible e-assessment system. *Institute for Information Systems and New Media (IICM), TU-Graz, Austria*, 2008.
- [MH08] James H. McMillan and Jessica Hearn. Student self-assessment : The key to stronger student motivation and higher achievement. *Educational Horizons*, 87(1) :40–49, 2008.
- [Pag66] Ellis B Page. The imminence of grading essays by computer. *Phi Delta Kappan*, pages 238–243, 1966.
- [Pre27] Sidney L. Pressey. A machine for automatic teaching of drill material. *School & Society*, 1927.
- [PS05] Stephen G Pulman and Jana Z Sukkarieh. Automatic short answer marking. In *Proceedings of the second workshop on Building Educational Applications Using NLP*, pages 9–16. Association for Computational Linguistics, 2005.

- [RFHR⁺86] Ronald H Rozensky, Laurie Feldman Honor, Kenneth Rasinski, Steven M Tovian, and Gordon I Herz. Paper-and-pencil versus computer-administered mmpis : A comparison of patient's attitudes. *Computers in Human Behavior*, 2(2) :111–116, 1986.
- [RHR⁺09] Martin Ripley, Robert Harding, Hakan Redif, Jim Ridgway, Jeremy Tafler, et al. Review of advanced e-assessment techniques (raeat) : Final report. 2009.
- [RMP04] Jim Ridgway, Sean McCusker, and Daniel Pead. *Literature review of e-assessment*. Futurelab, 2004.
- [Roe04] X. Roegiers. *L'école et l'évaluation : des situations pour évaluer les compétences des élèves*. Pédagogies en développement. De Boeck, 2004.
- [Ros06] John A Ross. The reliability, validity, and utility of self-assessment. <http://pareonline.net/getvn.asp?v=11&n=10>, 2006. visité le : 12 Janvier 2013.
- [RR01] Carol Rolheiser and John A Ross. Student self-evaluation : What research says and what practice shows. *Plain talk about kids*, pages 43–57, 2001.
- [San13] Chris Sangwin. *Computer Aided Assessment of Mathematics*. OUP Oxford, 2013.
- [SBHZ10] Mark D Shermis, Jill Burstein, Derrick Higgins, and Klaus Zechner. Automated essay scoring : Writing assessment and instruction. *International encyclopedia of education*, 4 :20–26, 2010.
- [Sca00] G. Scallon. *L'évaluation formative*. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université, 2000.
- [Scr67] M. Scriven. The methodology of evaluation. In R. Gagne R. Tyler and M. Scriven, editors, *Perspectives on curriculum evaluation*, AERA Monograph Series - Curriculum Evaluation. Rand McNally & Co., Chicago, 1967.
- [SDM99] D Sluijsmans, F Dochy, and G Moerkerke. Creating a learning environment by using self-, peer-and co-assessment. *Learning Environments Research*, 1 :293–319, 1999.
- [Sep12] Otto Seppälä. *Advances in assessment of programming skills*. PhD thesis, 2012. <http://lib.tkk.fi/Diss/2012/isbn9789526047201/isbn9789526047201.pdf> visité le : 13 Janvier 2013.
- [Sky68] B.F. Skinner. The technology of teaching. *gg*, 1968.
- [Stö12] Ulf Stödborg. A research review of e-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(5) :591–604, 2012.
- [Sup67] Patrick Suppes. Some theoretical models for mathematics learning. *Journal of Research & Development in Education*, 1967.
- [Tec11] C. Technology. *Microsoft Certified Application Specialist Exam Reference for Microsoft Office 2010*. Cengage Learning, 2011.
- [TN08] ECMA TC45 and Tom Ngo. Office open xml overview. 2008.

- [Top98] Keith Topping. Peer assessment between students in colleges and universities. *Review of Educational Research*, 68(3) :249–276, 1998.
- [TP02] S. Teixeira and X. Pacheco. *Borland Delphi 6 developer's guide*. Sams Developer's Guides. Sams, 2002.
- [WGCC06] Tary Wallace, Lynn Grinnell, Lou Carey, and James Carey. Maximizing learning from rehearsal activity in web-based distance learning. 2006.
- [Wig90] Grant Wiggins. The case for authentic assessment. eric digest. 1990.
- [Wil09] David M Williamson. A framework for implementing automated scoring. In *Annual Meeting of the American Educational Research Association and the National Council on Measurement in Education, San Diego, CA*, 2009.
- [Win10] John Winkley. E-assessment and innovation. a becta report. http://www.alphaplusconsultancy.co.uk/pdf/e-assessment_and_innovation.pdf, 2010. visité le : 7 Février 2013.
- [ZS13] Youchan Zhu and Feng Shen. An office automatic marking system research and implementation. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 47(1), 2013.

Annexe A

Compétences traitement de texte

Cette annexe est consacré aux compétences en traitement de texte, l'objet de notre étude. Ces compétences présentées dans le syllabus ECDL [ECD13] par le module 3, *Traitement de texte*. Qui décrit les connaissances requises pour réussir l'examen pratique de ce module.

Les tableaux suivants présentent les compétences du six catégories constituant le module *Traitement de texte* :

- Utilisation de l'application
- Création d'un document
- Formatage
- Objets
- Publipostage
- Finition des documents

Utilisation de l'application

TABLE A.1 : Les compétences requises de la catégorie "Utilisation de l'application"

Domaine	Connaissances requises
Travail avec les documents	-Ouvrir, fermer une application de traitement de texte -Ouvrir, fermer des documents -Créer un document basé sur le modèle par défaut ou d'autres modèles -Enregistrer un document(en conservant ou en changeant son nom) dans un emplacement spécifique d'un lecteur -Enregistrer un document sous un autre format de fichier -Basculer entre plusieurs documents ouverts
Améliorer l'efficacité de travail	-Définir les options/préférences de l'application : nom d'utilisateur, dossier par défaut pour enregistrer/ouvrir un document -Utiliser l'aide proposée par l'application -Utiliser l'outil Zoom -Afficher, masquer les barres d'outils, le ruban

Création d'un document

TABLE A.2 : Les compétences requises de la catégorie "création d'un document"

Domaine	Connaissances requises
Saisie de texte	-Basculer entre les différents affichages -Saisir du texte dans un document -Insérer des symboles et caractères spéciaux
Sélection et modification	-Afficher, masquer les caractères non-imprimables : espaces, marques de paragraphes, sauts de ligne imposés, taquets de tabulations -Sélectionner un caractère, un mot, une ligne,un paragraphe, le texte entier -Modifier un texte existant par ajout, remplacement de caractères, de mots -Utiliser la commande de recherche/remplacement pour trouver/remplacer un mot, une phrase -Copier, déplacer du texte dans un même document, entre documents ouverts -Supprimer du texte ou utiliser les fonctions annuler, répéter/rétablir

Formatage

TABLE A.3 : Les compétences requises de la catégorie "Formatage"

Domaine	Connaissances requises
Texte	-Changer la mise en forme du texte : taille de police, choix de police -Appliquer les mises en forme : gras, italique, souligné -Appliquer les mises en forme : indice, exposant -Appliquer différentes couleurs de police à un texte -Changer la casse d'un texte (majuscule, minuscule, mélange des deux) -Appliquer la coupure des mots automatique
Paragraphes	-Créer un paragraphe, fusionner des paragraphes -Insérer, supprimer les sauts de ligne -Alignement de paragraphes : utiliser les alignements, retraits, taquets de tabulation plutôt que des espaces -Aligner un texte à gauche, à droite, au centre, justifié -Choisir le retrait de paragraphe : à gauche, à droite, de première ligne -Poser, utiliser, supprimer des tabulations gauches, droites, centrées, décimales -Espacement de paragraphes : appliquer des espacements entre paragraphes plutôt que d'utiliser des retours à la ligne -Appliquer des espacements avant/après un paragraphe, utiliser des interlignes simples, 1,5 ligne, doubles entre les lignes d'un paragraphe -Ajouter/supprimer des puces et des numérotations, modifier l'aspect des puces et des numéros -Ajouter une bordure et une trame de fond à un paragraphe
Styles	-Appliquer un style de caractère existant à texte sélectionné -Appliquer un style de paragraphe existant à un ou plusieurs paragraphes -Utiliser l'outil de reproduction de la mise en forme

Objets

TABLE A.4 : Les compétences requises de la catégorie "Objets"

Domaine	Connaissances requises
Création de tableaux	-Créer un tableau prêt pour la saisie -Insérer, modifier des données dans un tableau -Sélectionner des lignes, des colonnes, des cellules, le tableau entier -Insérer, supprimer des lignes, des colonnes, le tableau entier
Formatage du tableau	-Modifier la largeur des colonnes, la hauteur des lignes -Modifier l'aspect des bordures (style, épaisseur et couleur) -Ajouter une couleur de fond/trame aux cellules du tableau
Objets graphiques	-Insérer un objet (photo, image, graphique, dessin) à un emplacement précis du document -Sélectionner un objet -Copier, déplacer un objet dans un document, entre documents ouverts -Redimensionner, supprimer un objet

Publipostage

TABLE A.5 : Les compétences requises de la catégorie "Publipostage"

Domaine	Connaissances requises
Préparation	-Ouvrir, préparer un document pour servir de document principal de fusion -Sélectionner une liste d'adresses ou d'autres données pour les utiliser dans le cadre d'un publipostage -Insérer des champs de fusion dans le document principal (lettre, étiquettes)
Résultats	-Fusionner la liste de données avec le document principal de fusion vers un nouveau document ou l'imprimante -Imprimer le résultat de la fusion : lettres, étiquettes

Finition des documents

TABLE A.6 : Les compétences requises de la catégorie "Finition des documents"

Domaine	Connaissances requises
Préparation	-Changer la taille/orientation du document(portrait, paysage) -Changer les marges du haut, du bas, de gauche, de droite pour le document entier -Insérer des pages : travailler avec les sauts de pages plutôt que d'insérer des sauts de paragraphes -Insérer, supprimer un saut de page -Ajouter/modifier du texte dans les en-têtes/les pieds de pages -Ajouter des champs dans les en-têtes, dans les pieds de page : informations sur la numérotation de page, nom du fichier -Appliquer la numérotation automatique des pages dans un document
Contrôles et impression	-Vérifier l'orthographe pour corriger les erreurs, supprimer les répétitions de mots -Ajouter des mots au dictionnaire intégré lors de l'utilisation du correcteur orthographique -Utiliser l'aperçu avant impression -Imprimer un document sur une imprimante connectée à l'ordinateur en choisissant d'imprimer par exemple le document entier, certaines pages, un certain nombre de copies

Annexe B

Technologie XML

Cette annexe, présente la technologie XML avec quelques concepts liés, ainsi que le format XML des documents Offices (Office Open XML) en détaillant le format XML des fichiers Microsoft Office Word.

B.1 Le XML

XML (eXtensible Markup Language) est un standard mis en place par W3C (*World Wide Web Consortium*)¹ depuis 10 Février 1998 (*XML 1.0*), mais les premiers travaux autour de XML débutent en Juin 1996. Il est dérivé de SGML (*Standard Generalized Markup Language*) et HTML (*HyperText Markup Language*) [Car10]. XML définit une syntaxe générique utilisée pour marquer les données avec un balisage simple et lisible par les humains.

B.2 Le document XML

Le langage XML est un format orienté texte [Car10]. Un document XML est simplement une suite de caractères respectant quelques règles. Il peut être stocké dans un fichier et/ou manipulé par des logiciels en utilisant un codage des caractères. Le document XML dans la figure B.1 représente une bibliographie de livres. Ce document contient une liste de livres et pour chaque livre, le titre, l'auteur, l'éditeur, l'année de parution, le numéro ISBN et éventuellement une URL.

Un document XML est constitué de deux parties consécutives : *le prologue* et *le corps*.

Le prologue

Le prologue contient deux déclarations facultatives mais fortement conseillées ainsi que des commentaires et des instructions de traitement. La première déclaration est l'entête XML qui précise entre autre la version de XML et le codage du fichier. La seconde

1. [http ://www.w3.org](http://www.w3.org)

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!-- Time-stamp: "bibliography.xml 3 Mar 2008 16:24:04" -->
<!DOCTYPE bibliography SYSTEM "bibliography.dtd" >
<bibliography>
  <book key="Michard01" lang="fr">
    <title>XML langage et applications</title>
    <author>Alain Michard</author>
    <year>2001</year>
    <publisher>Eyrolles</publisher>
    <isbn>2-212-09206-7</isbn>
    <url>http://www.editions-eyrolles/livres/michard/</url>
  </book>
  <book key="Zeldman03" lang="en">
    <title>Designing with web standards</title>
    <author>Jeffrey Zeldman</author>
    <year>2003</year>
    <publisher>New Riders</publisher>
    <isbn>0-7357-1201-8</isbn>
  </book>
  ...
</bibliography>
```

FIGURE B.1 : Exemple d'un document XML (*bibliographie.xml*).

déclaration est la déclaration du DTD qui définit la structure du document. Cette déclaration est omise lorsque on utilise des schémas XML ou d'autres types de modèles qui remplacent les DTD.

Le corps du document

Le corps du document est constitué de son contenu qui est organisé de façon hiérarchique un peu à la manière des répertoires qui servent à l'organisation des fichiers. L'unité de cette organisation est l'élément qui est la base du document XML. Chaque élément peut contenir des attributs, du texte ou d'autres éléments. Les éléments ne peuvent pas se chevaucher. Le choix du noms des éléments structurants et des attributs, ainsi que l'organisation des éléments entre eux est laissé à la libre volonté de l'auteur. C'est pourquoi on dit que le langage XML est *générique*. A la place du terme élément, on peut utiliser les termes balise, tag ou encore nœud.

Éléments

Un élément est formé d'une balise ouvrante, d'un contenu et de la balise fermante correspondante. La balise ouvrante prend la forme `<name>` formée du caractère `'<'`, du nom `name` de l'élément et du caractère `'>'`. Des attributs peuvent éventuellement être ajoutés entre le nom et le caractère `'>'`. La balise fermante prend la forme `</name>` formée des deux caractères `'</'`, du nom `name` de l'élément et du caractère `'>'`. Les noms des éléments sont des noms XML quelconques. Ils ne sont pas limités à un ensemble fixé de noms prédéfinis comme en HTML. Le contenu d'un élément est formé de tout ce qui se trouve entre la balise ouvrante et la balise fermante (cf. figureB.1). Il peut être constitué de texte, d'autres éléments, de commentaires et d'instructions de traitement.

Attributs

Les balises ouvrantes peuvent contenir des attributs associés à des valeurs. L'association de la valeur à l'attribut prend la forme `attribute='value'` ou `attribute="value"` où *attribute* et *value* sont respectivement le nom et la valeur de l'attribut. Chaque balise ouvrante peut contenir zéro, une ou plusieurs associations de valeurs à des attributs comme dans les exemples génériques suivants :

```
<tag attribute="value"> ... </tag>
<tag attribute1="value1" attribute2="value2"> ... </tag>
```

Par exemple dans le document XML de la figureB.1 :

- "bibliography", "book", "title", etc. sont des noms ou des types de balises ;
- `<book>` et `</book>` sont des balises (de début et de fin d'élément respectivement) ;
- Les balises de début et de fin ainsi que leur contenu (texte et éléments insérés entre les balises) constituent un élément, aussi appelé nœud ou sous-arbre ;
- `key="Michard01"` est un attribut (key) ayant la valeur " Michard01".
- Les parties purement textuelles ("Alain Michard", "Eyrolles", etc.) sont des éléments textuels.
- L'élément "book" est le parent des éléments "title", "author", etc., qui sont donc ses enfants. On dit également qu'un parent contient un enfant. Par extension, l'élément "bibliography" est l'ancêtre des éléments "title" (et ISBN, etc.) qui sont ses descendants.
- L'élément "bibliography" est l'élément racine, il est l'ancêtre de tous les autres éléments. Les éléments situés au plus bas de l'arborescence sont des feuilles.

Dans Ce qui suit on présente trois notions importantes : celle de document bien formé - correct vis-à-vis de la syntaxe XML -, de document valide - conforme à une définition de structure - et d'espace de nom utile pour donner un nom unique à chaque balise et ainsi éviter des conflits de nom lors de la combinaison de différentes définitions de structures.

Espace de nom

Un espace de noms est déclaré par un pseudo attribut de forme `xmlns:prefix` dont la valeur est une URL qui identifie l'espace de noms. Le préfixe `prefix` est un nom XML ne contenant pas le caractère `'`. Il est ensuite utilisé pour qualifier les noms d'éléments. Bien que la déclaration d'un espace de noms se présente comme un attribut, celle-ci n'est pas considérée comme un attribut.

Document bien formé ou valide

Les documents XML peuvent être des documents dits *bien formés* (*well-formed*) ou des documents dits *valides* (*valid*).

Document bien formé

Un document XML bien formé doit respecter les règles syntaxiques propres au langage XML, concernant l'encodage, la déclaration des attributs, les balises de début et de fin, etc. Parmi ces règles nous citons :

- Le document XML doit commencer par une déclaration XML ;
- Le document XML ne possède qu'une seule balise (*racine*) qui contient tous les autres éléments du document ;
- Le nom des balises et des attributs est conforme aux règles de nommage ;
- Les éléments non vides ont une balise de début et de fin et ils sont correctement imbriqués (`<P> <EM> ... </EM> </P>`) ;
- Les éléments vides ont un `/` à la fin de la balise avant le `>` ;
- Toutes les balises en paires sont correctement fermées ;
- Un nom d'attribut apparaît uniquement dans la balise ouvrante et une seule fois dans cette balise ;
- les attributs doivent comporter obligatoirement une valeur qui doit être toujours entre guillemets (`" "`).

Le document XML représenté dans la figure B.1 est un document XML bien formé.

Document valide

Un document XML valide (en anglais *valid XML document*) est, selon le W3C, un document XML bien formé qui se conforme aussi aux règles d'un modèle (ou schéma) de documents donné par une DTD ou un Schéma XML. Donc les documents XML valides sont des documents XML bien formés.

langages de définitions de structure : DTD et XML Schema

DTD

Le rôle d'une DTD (*Document Type Definition*) est de définir précisément la structure d'un document. Il s'agit d'un certain nombre de contraintes que doit respecter un

```
<!ELEMENT bibliography (book)+>
<!ELEMENT book (title, author, year, publisher, isbn, url?)>
<!ATTLIST book key NMTOKEN #REQUIRED>
<!ATTLIST book lang (fr | en) #REQUIRED>
<!ELEMENT title (#PCDATA)>
<!ELEMENT author (#PCDATA)>
<!ELEMENT year (#PCDATA)>
<!ELEMENT publisher (#PCDATA)>
<!ELEMENT isbn (#PCDATA)>
<!ELEMENT url (#PCDATA)>
```

FIGURE B.2 : Exemple de DTD correspondant au document *bibliographie.xml*.

document pour être valide. Ces contraintes spécifient quels sont les éléments qui peuvent apparaître dans le contenu d'un élément, l'ordre éventuel de ces éléments et la présence de texte brut. Elles définissent aussi, pour chaque élément, les attributs autorisés et les attributs obligatoires [Car10].

Une DTD peut être interne, externe ou mixte [Car10] :

- **DTD interne** : si elle est directement incluse dans le document. Sa déclaration prend la forme suivante : `<!DOCTYPE élément-racine [déclarations]>`, où son contenu est encadré par des crochets "[" et "]".
- **DTD externe** : si le document contient seulement une référence (adresse) vers un autre document contenant la DTD dont l'extension est généralement ".dtd". L'adresse de la DTD peut être donnée explicitement par une URL ou par un FPI (Formal Public Identifier). Les FPI sont des noms symboliques donnés aux documents. Ils sont utilisés avec des catalogues qui établissent les correspondances entre ces noms symboliques et les adresses réelles des documents. La déclaration de la DTD externe prend les formes suivants :
 - **URL** : le mot clé SYSTEM est utilisé suivi de l'URL délimitée par des guillemets `<!DOCTYPE élément-racine SYSTEM "url">`. L'URL peut être soit une URL complète soit plus simplement le nom d'un fichier local comme dans l'exemple de la figure B.2 ("bibliography.dtd").
 - **FPI** : on utilise le mot clé PUBLIC suivi du FPI et d'une URL délimitée par des guillemets `<!DOCTYPE élément-racine PUBLIC "FPI" "URL">`. L'URL est utilisée dans le cas où le FPI ne permet pas à l'application de retrouver la DTD.

- **DTD mixte** : si elle est constituée d'une partie interne et d'une partie externe. La déclaration prend alors l'une des deux formes suivantes :
`<!DOCTYPE élément-racine SYSTEM "URL" [déclarations]>`,
`<!DOCTYPE élément-racine PUBLIC "FPI" "url" [déclarations]>`.

La Figure B.2 présente le contenu du fichier bibliography.dtd qui contient la DTD du fichier bibliography.xml (Figure B.1).

La syntaxe des DTD est différente de la syntaxe des documents XML. Il n'y a pas des balises ouvrantes et fermantes. Les composantes principales de tous les documents XML sont les éléments et les attributs. La DTD contient des déclarations d'éléments et d'attributs délimités par les chaînes de caractères `<!` et `>`. Un mot clé juste après la chaîne `<!` indique le type de la déclaration. Les déclarations doivent commencer par `<!DOCTYPE>` suivi par le nom de l'élément racine du document. La DTD spécifie les éléments qui peut apparaître dans le document, ce qu'ils doivent contenir, les attributs qu'ils peuvent l'avoir, et les types de données de ces attributs. La déclaration d'un élément dans un DTD déclare son nom et son contenu. Par exemple, la déclaration d'un élément nommé "bibliography" qui contient un ou plusieurs élément "book" (et ceci indiqué par le signe +), est comme suit :

```
<!ELEMENT bibliography (book+)>.
```

Il y a des opérateurs pour indiquer les caractéristiques des éléments comme : le nombre et l'ordre des éléments. Ainsi pour indiquer qu'un élément contient du texte, nous écrivons `#PCDATA` dans la place de la liste des éléments. Par exemple pour spécifier que l'élément `<book>` contient un attribut nommé "lang", qui peut être un des langues fr ou en, nous écrivons : `<!ATTLIST book lang (fr | en) #REQUIRED>`. La barre verticale | indique un choix des langues énumérées et le mot-clé `#REQUIRED` : indique que cet attribut est obligatoire.

Schéma XML

Schéma XML porte également les acronymes de **XSD** (**X**ML **S**chema **D**ocument) ou **WXS** (**W**3C **X**ML **S**chema). Est une recommandation du W3C² publié le 2 mai 2001. Il fournit un moyen pour définir la structure et le contenu des documents XML. Les schémas XML ont été introduits pour combler certaines lacunes des DTD. Les principaux avantages du Schema XML par rapport à la DTD Comme le Schema XML est un document XML, sont que : les langages d'interrogation utilisés pour manipuler le XML sont également utilisables (XSLT, XPath, XQuery, ...) et les outils qui manipulent du XML peuvent exploiter le Schéma XML. Contraintes plus fortes (typage fort, ordre des éléments, cardinalité sur les éléments, expressions régulières, ...)

La figure B.3 illustre un exemple de schéma XML équivalent à la DTD de la figure B.2. Ce schéma déclare l'élément bibliography du type Bibliography qui est ensuite introduit par l'élément `xsd:complexType`. Ce type est alors défini comme une suite d'autres éléments introduite par le constructeur `xsd:sequence`. Les deux attributs key et lang de

2. <http://www.w3.org/XML/Schema>

l'élément `book` sont introduits par les déclarations `"xsd:attribute"`.

Les schémas XML permettent, comme les DTD (voir la section précédente), de définir des modèles de documents. Il est ensuite possible de vérifier qu'un document donné est valide pour un schéma, c'est-à-dire respecte les contraintes données par le schéma. Les schémas ont été introduits pour combler certaines lacunes des DTD.

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xsd:annotation>
    <xsd:documentation xml:lang="fr">
      Schéma XML pour bibliography.xml
    </xsd:documentation>
  </xsd:annotation>
  <xsd:element name="bibliography" type="Bibliography"/>
  <xsd:complexType name="Bibliography">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="book" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded">
        <xsd:complexType>
          <xsd:sequence>
            <xsd:element name="title" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="author" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="year" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="publisher" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="isbn" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="url" type="xsd:string minOccurs="0"/>
          </xsd:sequence>
          <xsd:attribute name="key" type="xsd:NMTOKEN" use="required"/>
          <xsd:attribute name="lang" type="xsd:NMTOKEN" use="required"/>
        </xsd:complexType>
      </xsd:element>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:schema>
```

FIGURE B.3 : Exemple de Schéma XML correspondant au document XML *bibliography.xml*.

B.3 XML pour MS Office : Office Open XML

Le format *Office Open XML* ou *OpenXML* [TN08] est un standard ouvert proposé, pour les documents de traitement de texte, les présentations et les feuilles de calcul, qui peut être librement intégré par plusieurs applications sur plusieurs plateformes. Tous les

utilisateurs bénéficient de l'émergence d'un standard XML pour leurs documents, notamment en termes de stabilité, de conservation, d'interopérabilité et d'évolutivité. Le travail de standardisation OpenXML a été effectué par l'*Ecma International* via le comité technique 45, TC45 (*Technical Committee 45*) qui comprend plusieurs représentants d'organisations tels que : *Apple, Barclays Capital, BP, British Library, Essilor, Intel, Microsoft, NextPage, Novell, Statoil, Toshiba et United-States Library of Congress*³

OpenXML définit des formats pour des documents de traitement de texte, des présentations et des feuilles de calcul. Chaque type de document est spécifié par le biais d'un langage de balisage principal : *WordprocessingML*, *PresentationML* ou *SpreadsheetML*.

OpenXML permet aux développeurs de créer de nouvelles applications qui n'étaient pas envisagées lorsque les formats binaires ont été définis.

2.3.1 Structure interne d'un fichier OpenXML

Les documents Office OpenXML sont des fichiers compressés selon le format Zip [TN08]. On peut donc visualiser leur contenu en les décompressant à l'aide de n'importe quel utilitaire reconnaissant le format Zip.

Un fichier Word 2007 "dézippé" présente la structure typique est illustrée dans la figure B.4

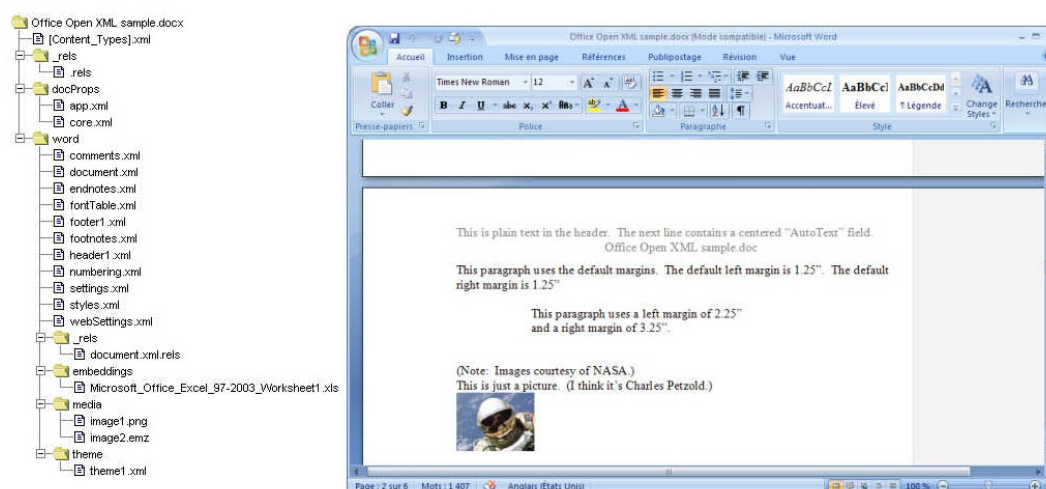


FIGURE B.4 : Contenu d'un fichier OpenXML Office (Word).

Une fois décompressé, un fichier OpenXML révèle un ensemble de fichiers, appelé, dans la terminologie OpenXML, un paquet. Ce paquet regroupe une collection de fichiers appelés parties répartis dans une arborescence dont ils constituent les feuilles. Cette structure éclatée tranche avec le format monolithique employé par Office 2003, dans

3. Ecma International TC45 - Office Open XML Formats. www.ecma-international.org/memento/TC45.htm

lequel l'intégralité du document se retrouvait au sein du seul et même fichier XML. Ici, nous avons affaire à une structure modulaire, chaque partie ou répertoire contenant des parties étant un élément du fichier ZIP [TN08].

2.3.2 WordprocessingML

Un document WordprocessingML [TN08] est composé d'une collection de *storys*. Les différents *storys* sont les suivants : le document principal, le document glossaire, un sous-document, un en-tête, un pied de page, un commentaire, un cadre, une zone de texte, une note de bas de page ou une note de fin. Le seul *story* obligatoire est le document principal. C'est la cible de la relation du package dont le type est : <http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/relationships/officeDocument> Un chemin typique de la racine à la feuille dans l'arborescence XML comprendrait ces éléments XML :

- **document** : l'élément racine du document principal.
- **body** : corps : Peut contenir plusieurs paragraphes. Peut également contenir des propriétés de section spécifiées dans un élément *sectPr*.
- **p** — **paragraphe** : Peut contenir un ou plusieurs « *runs* » (séries de caractères ayant les mêmes propriétés). Peut également contenir des propriétés de paragraphe spécifiées dans un élément *pPr*, qui à son tour peut contenir des propriétés de « *run* » par défaut (également qualifiées de propriétés de caractères) spécifiées dans un élément *rPr*.
- **r** — **run** : Peut contenir plusieurs types de contenus de run, principalement des plages de texte. Peut également contenir des propriétés de *run* (*rPr*). Le run est un concept fondamental dans OpenXML. Un run est un ensemble contigu de texte ayant des propriétés identiques ; un *run* ne contient pas de balisage de texte supplémentaire. Par exemple, si une phrase contient les mots « voici trois runs », elle serait représentée par au moins trois runs : « voici », « trois » et « runs ». À cet égard, OpenXML diffère considérablement des formats qui permettent l'imbrication arbitraire de propriétés, tels que HTML.
- **t** — **plage de texte** : Contient une quantité arbitraire de texte sans mise en forme, sauts de ligne, tableaux, graphiques ou autres éléments non-texte. La mise en forme du texte est héritée des propriétés de run et des propriétés de paragraphe. Cet élément utilise souvent l'attribut `xml:space="preserve"`.

Dans cette sous-section, nous avons traité la mise en forme directe du texte en spécifiant des propriétés de paragraphe et de run. La mise en forme directe se situe à la fin d'un ordre d'application qui inclut également des styles de caractères, de paragraphes, de numérotation et de tableaux, ainsi que des valeurs par défaut de documents. Ces styles sont eux-mêmes organisés en hiérarchies d'héritage. La sous-section suivante présente intégralement un document WordprocessingML.

2.3.3 Document WordprocessingML minimal

Dans cette sous-section nous présentons un document WordprocessingML minimal composé de trois parties. La partie content-type « ContentTypes.xml » B.5 décrit les types de contenus des deux autres parties requises.

```
<Types xmlns="http://schemas.openxmlformats.org/package/2006/content-types">
  <Default Extension="rels"
    ContentType="application/vnd.openxmlformats-package.relationships+xml"/>
  <Default Extension="xml"
    ContentType="application/vnd.openxmlformats-officedocument.wordprocessingml.document.main+xml"/>
</Types>
```

FIGURE B.5 : La partie content-type d'un document WordprocessingML minimal.

La partie relation de package « rels/.rels » B.6 décrit la relation entre le package et la partie du document principal.

```
<Relationships xmlns="http://schemas.openxmlformats.org/package/2006/relationships">
  <Relationship Id="rId1"
    Type="http://schemas.openxmlformats.org/officeDocument/2006/relationships/officeDocument"
    Target="document.xml"/>
</Relationships>
```

FIGURE B.6 : La partie relation de package d'un document WordprocessingML minimal.

La partie document B.7, dans ce cas « /document.xml », contient le contenu du document.

```
<w:document xmlns:w="http://schemas.openxmlformats.org/wordprocessingml/2006/main">
  <w:body>
    <w:p>
      <w:r>
        <w:t>Hello, world.</w:t>
      </w:r>
    </w:p>
  </w:body>
</w:document>
```

FIGURE B.7 : La partie document d'un document WordprocessingML minimal.

Annexe C

Épreuve et résultats

Dans cette annexe, nous présentons l'épreuve utilisée pour l'évaluation de notre outil d'évaluation automatique des compétences pratiques en Ms Word , ainsi que la liste des notes d'étudiants obtenues par correction manuelle(par l'enseignant)et la correction automatique par l'outil avec l'écart entre ces notes.

C.1 Épreuve MS Word

La figure [C.1](#) montre l'épreuve utilisée afin d'évaluer les performances de notre outil d'évaluation automatique des compétences en traitement de texte.

TEST TP EN BUREAUTIQUE

Mise en forme paragraphe (MFPR)

Pour rédiger le texte, ne pas oublier de laisser l'espace dans le début de ce paragraphe. L'écriture doit être en time new roman, la taille des polices est 14. Dans la MFPR, on s'intéresse par le respect de la taille des polices et de l'interligne. La bureautique désigne la mécanisation et l'automatisation du travail de bureau, soit les processus de production, d'expédition, de réception et de conservation des documents.

Mise en forme page (MFPP)

Dans ce paragraphe, utiliser l'ARIAL 14. *Cette phrase doit être en italique, cette phrase doit être en gras.* Dans la mise en forme page, on s'intéresse par l'insertion de l'entête et le pied de la page, ainsi que ses bordures. Microsoft Word est un logiciel de traitement de texte publié par Microsoft. La version la plus récente est Word 2013

Puce et numérotation

- On peut utiliser les puces pour le recensement :
- Voici quelques conseils pour l'étudiant en informatique

1. Soignez votre attitude
2. Imaginez-vous en futur ingénieur
3. Renseignez-vous sur les secteurs d'activité
4. Valorisez vos activités extrascolaires
5. Soyez vous-même

C.2 Résultats

Le tableau C.1 présente les notes des étudiants obtenues par la correction manuelle de l'enseignant et celles obtenues par la correction automatique de l'outil d'évaluation, ainsi que l'écart entre ces notes.

TABLE C.1: écart entre notes obtenues par évaluation humaine/outil.

Étudiant	Note humain	Note outil	Écart
Etudiant1	7,3	6,25	1,05
Etudiant2	5,55	5,15	0,4
Etudiant3	8,25	8,5	0,25
Etudiant4	7,25	7,25	0
Etudiant5	8,75	8,75	0
Etudiant6	7,4	7,15	0,25
Etudiant7	5,9	5,65	0,25
Etudiant8	6,4	6,15	0,25
Etudiant9	6,5	6,5	0
Etudiant10	7,5	7,5	0
Etudiant11	6,55	6,05	0,5
Etudiant12	3,55	3,35	0,2
Etudiant13	5,05	4,75	0,3
Etudiant14	4,5	5	0,5
Etudiant15	5,2	5,5	0,3
Etudiant16	6,2	6,2	0
Etudiant17	6,75	6,25	0,5
Etudiant18	7,55	6,8	0,75
Etudiant19	5,25	5,25	0
Etudiant20	5,55	5,55	0
Etudiant21	6,3	5,85	0,45
Etudiant22	4,4	3,65	0,75
Etudiant23	7,3	7,1	0,2
Etudiant24	5,4	5,4	0
Etudiant25	5,6	5,65	0,05
Etudiant26	8,8	7,3	1,5
Etudiant27	7,05	7,05	0
Etudiant28	5,5	5,5	0
Etudiant29	7,8	7,8	0
Etudiant30	6,2	6,9	0,7
Etudiant31	4,1	3,9	0,2
Etudiant32	4,8	3,35	1,45
Etudiant33	2,6	2,6	0

Suite en page suivante

TABLE C.1 – *Suite de la page précédente*

Étudiant	Note humain	Note outil	Écart
Etudiant34	6,8	7,55	0,75
Etudiant35	4,75	5	0,25
Etudiant36	4,95	3,2	1,75
Etudiant37	3,6	1,9	1,7
Etudiant38	2,9	2,9	0
Etudiant39	5,45	5,7	0,25
Etudiant40	5,3	5,3	0
Etudiant41	4,75	2	2,75
Etudiant42	5,15	5,9	0,75
Etudiant43	1,8	1,45	0,35
Etudiant44	4,3	4,3	0
Etudiant45	2,9	2,15	0,75
Etudiant46	4,05	2,89	1,16
Etudiant47	4,25	4,75	0,5
Etudiant48	5,35	4,85	0,5
Etudiant49	2,65	1,9	0,75
Etudiant50	1	0,5	0,5
Etudiant51	8,8	8,8	0
Etudiant52	5	6	1
Etudiant53	4,25	4,5	0,25
Etudiant54	4,6	3,9	0,7
Etudiant55	6	5	1
Etudiant56	0,75	0,5	0,25
Etudiant57	5,3	5,25	0,05
Etudiant58	4	2,9	1,1
Etudiant59	3,55	3,35	0,2
Etudiant60	8,75	8,75	0
Etudiant61	7,3	6,25	1,05
Etudiant62	5,55	5,15	0,4
Etudiant63	8,25	8,5	0,25
Etudiant64	7,25	7,25	0
Etudiant65	8,75	8,75	0
Etudiant66	7,4	7,15	0,25
Etudiant67	5,9	5,65	0,25
Etudiant68	6,4	6,15	0,25
Etudiant69	6,5	6,5	0
Etudiant70	7,5	7,5	0
Etudiant71	6,55	6,05	0,5
Etudiant72	3,55	3,35	0,2
Etudiant73	5,05	4,75	0,3
Etudiant74	4,5	5	0,5

Suite en page suivante

TABLE C.1 – *Suite de la page précédente*

Étudiant	Note humain	Note outil	Écart
Etudiant75	5,2	5,5	0,3
Etudiant76	6,2	6,2	0
Etudiant77	6,75	6,25	0,5
Etudiant78	7,55	6,8	0,75
Etudiant79	5,25	5,25	0
Etudiant80	5,55	5,55	0
Etudiant81	6,3	5,85	0,45
Etudiant82	4,4	3,65	0,75
Etudiant83	7,3	7,1	0,2
Etudiant84	5,4	5,4	0
Etudiant85	5,6	5,65	0,05
Etudiant86	8,8	7,3	1,5
Etudiant87	7,05	7,05	0
Etudiant88	5,5	5,5	0
Etudiant89	7,8	7,8	0
Etudiant90	6,2	6,9	0,7
Etudiant91	4,1	3,9	0,2
Etudiant92	4,8	3,35	1,45
Etudiant93	2,6	2,6	0
Etudiant94	6,8	7,55	0,75
Etudiant95	4,75	5	0,25
Etudiant96	4,95	3,2	1,75
Etudiant97	3,6	1,9	1,7
Etudiant98	2,9	2,9	0
Etudiant99	5,45	5,7	0,25
Etudiant100	5,45	5,7	0,25

Le tableau suivant présente les notes détaillées de chaque compétence pour les 100 copies des étudiants testés, ces notes sont obtenues par une correction manuelle (par l'enseignant).

Les significations des colonnes sont les suivantes :

- **E** : étudiant,
- **C** : compétence,
- **B** : bold (gras),
- **I** : Italique,
- **Spl** : Spell checking (vérification d'orthographe),
- **Font** : changement de police,
- **Spc** : spacing (interligne),
- **P** : paragraphe,
- **Hdr** : header (entête),
- **Puce** : liste à puces et numéros,
- **Ftr** : footer (pied de page),
- **Hdg** : heading (style titre),
- **Note** : la note d'étudiant sur 10,

TABLE C.2: Les notes détaillées de 100 copies par correction humaine.

E \ C	B	I	Spl	Font	Spc	P	Hdr	Puce	Ftr	Hdg	Note
E1	1	1	1	1	0	0.5	1	1	0	0.8	7.3
E2	0	0	0	1	0	0.75	1	1	1	0.8	5.55
E3	1	1	1	1	0	0.25	1	1	1	1	8.25
E4	1	0	1	1	0	0.25	1	1	1	1	7.25
E5	1	1	1	1	0	0.75	1	1	1	1	8.75
E6	1	1	1	1	0	0.5	1	0	1	0.9	7.4
E7	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0.9	5.9
E8	1	1	1	1	0	0.5	1	0	0	0.9	6.4
E9	1	1	0	1	0	0.5	1	1	1	0	6.5
E10	1	1	1	0.5	0	0	1	1	1	1	7.5
E11	1	1	0	0.5	0	0.25	1	1	1	0.8	6.55
E12	0	0	0	0	0	0.75	1	0.5	0.5	0.8	3.55
E13	0	0	0	0.75	0	0.5	1	1	1	0.8	5.05
E14	1	0	1	0.25	0	0.25	1	1	0	0	4.5
E15	1	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.9	1	0.8	5.2
E16	1	1	1	0	0	0.5	1	0.7	1	0	6.2
E17	1	1	0	0.5	0	0.5	1	0.75	1	1	6.75
E18	1	1	0	0.75	0	1	1	1	1	0.8	7.55

Suite en page suivante

TABLE C.2 – Suite de la page précédente

E \ C	B	I	Spl	Font	Spc	P	Hdr	puce	Ftr	Hdg	Note
E19	1	1	0	0.75	0	0.5	1	0	1	0	5.25
E20	1	1	0	0.75	0	0	1	0	1	0.8	5.55
E21	1	0	0	1	0	0.5	1	1	1	0.8	6.3
E22	1	0	0	0	0	0.5	1	0	1	0.9	4.4
E23	1	1	0	1	0	0.5	1	1	1	0.8	7.3
E24	1	0	0	0.5	0	0.5	1	1	1	0.4	5.4
E25	1	1	0	0.5	0	0	1	0.5	1	0.6	5.6
E26	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0.8	8.8
E27	1	1	0	0.75	0	0.5	1	1	1	0.8	7.05
E28	1	0	1	0	0	0.5	1	1	1	0	5.5
E29	1	1	1	0.5	0	0.5	1	1	1	0.8	7.8
E30	1	1	0	0.5	0	0.5	1	0.2	1	1	6.2
E31	1	1	0	0.5	0	0	1	0	0	0.6	4.1
E32	1	0	0	0.75	0	0.25	1	0.5	0.5	0.8	4.8
E33	0	0	0	0.5	0	0.5	1	0	0	0.6	2.6
E34	1	1	0	1	0	0.5	1	1	0.5	0.8	6.8
E35	1	0	0	0.5	0	0.25	1	1	1	0	4.75
E36	1	0	0	0.75	0	1	0.5	1	0	0.7	4.95
E37	0	0	0	0.5	0	0.5	1	0	1	0.6	3.6
E38	0	0	0	0.5	0	0	1	0	1	0.4	2.9
E39	1	0	1	0.5	0	0.25	1	0	1	0.7	5.45
E40	1	0	0	0	0	0.5	1	1	1	0.8	5.3
E41	1	0	0	0	0	0.25	1	0.7	1	0.8	4.75
E42	1	1	0	0.75	0	0.5	0	0.9	1	0	5.15
E43	1	0	0	0	0	0	0.5	0.3	0	0	1.8
E44	1	1	0	0.5	0	0	1	0	0	0.8	4.3
E45	0	0	0	0.25	0	0.25	1	0	1	0.4	2.9
E46	0	0	0	0	0	0.25	1	1	1	0.8	4.05
E47	1	0	0	0.25	0	0	1	1	1	0	4.25
E48	1	0	0	0.75	0	0	1	1	1	0.6	5.35
E49	0	0	0	0.5	0	0.25	0.5	1	0	0.4	2.65
E50	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0	1
E51	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0.8	8.8
E52	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	5
E53	0.5	1	0	0.75	0	0	1	0	1	0	4.25
E54	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0.6	4.6
E55	1	0	1	1	0	0.5	1	0.5	1	0	6
E56	0	0	0	0.5	0	0.25	0	0	0	0	0.75
E57	1	0	0	1	0	0.5	1	1	0	0.8	5.3

Suite en page suivante

TABLE C.2 – Suite de la page précédente

E \ C	B	I	Spl	Font	Spc	P	Hdr	puce	Ftr	Hdg	Note
E58	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	4
E59	0	0	0	0.75	0	0	1	1	0	0.8	3.55
E60	1	1	1	1	0	0.75	1	1	1	1	8.75
E61	1	1	1	1	0	0.5	1	1	0	0.8	7.3
E62	0	0	0	1	0	0.75	1	1	1	0.8	5.55
E63	1	1	1	1	0	0.25	1	1	1	1	8.25
E64	1	0	1	1	0	0.25	1	1	1	1	7.25
E65	1	1	1	1	0	0.75	1	1	1	1	8.75
E66	1	1	1	1	0	0.5	1	0	1	0.9	7.4
E67	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0.9	5.9
E68	1	1	1	1	0	0.5	1	0	0	0.9	6.4
E69	1	1	0	1	0	0.5	1	1	1	0	6.5
E70	1	1	1	0.5	0	0	1	1	1	1	7.5
E71	1	1	0	0.5	0	0.25	1	1	1	0.8	6.55
E72	0	0	0	0	0	0.75	1	0.5	0.5	0.8	3.55
E73	0	0	0	0.75	0	0.5	1	1	1	0.8	5.05
E74	1	0	1	0.25	0	0.25	1	1	0	0	4.5
E75	1	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.9	1	0.8	5.2
E76	1	1	1	0	0	0.5	1	0.7	1	0	6.2
E77	1	1	0	0.5	0	0.5	1	0.75	1	1	6.75
E78	1	1	0	0.75	0	1	1	1	1	0.8	7.55
E79	1	1	0	0.75	0	0.5	1	0	1	0	5.25
E80	1	1	0	0.75	0	0	1	0	1	0.8	5.55
E81	1	0	0	1	0	0.5	1	1	1	0.8	6.3
E82	1	0	0	0	0	0.5	1	0	1	0.9	4.4
E83	1	1	0	1	0	0.5	1	1	1	0.8	7.3
E84	1	0	0	0.5	0	0.5	1	1	1	0.4	5.4
E85	1	1	0	0.5	0	0	1	0.5	1	0.6	5.6
E86	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0.8	8.8
E87	1	1	0	0.75	0	0.5	1	1	1	0.8	7.05
E88	1	0	1	0	0	0.5	1	1	1	0	5.5
E89	1	1	1	0.5	0	0.5	1	1	1	0.8	7.8
E90	1	1	0	0.5	0	0.5	1	0.2	1	1	6.2
E91	1	1	0	0.5	0	0	1	0	0	0.6	4.1
E92	1	0	0	0.75	0	0.25	1	0.5	0.5	0.8	4.8
E93	0	0	0	0.5	0	0.5	1	0	0	0.6	2.6
E94	1	1	0	1	0	0.5	1	1	0.5	0.8	6.8
E95	1	0	0	0.5	0	0.25	1	1	1	0	4.75
E96	1	0	0	0.75	0	1	0.5	1	0	0.7	4.95

Suite en page suivante

TABLE C.2 – *Suite de la page précédente*

E \ C	B	I	Spl	Font	Spc	P	Hdr	puce	Ftr	Hdg	Note
E97	0	0	0	0.5	0	0.5	1	0	1	0.6	3.6
E98	0	0	0	0.5	0	0	1	0	1	0.4	2.9
E99	1	0	1	0.5	0	0.25	1	0	1	0.7	5.45
E100	1	0	1	0.5	0	0.25	1	0	1	0.7	5.45

