

٦/٥٥٤.٢٢٩



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière

Département d'Informatique



Mémoire de fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Système informatique

Thème :

L'influence de l'état émotionnel de l'apprenant dans un environnement interactif d'apprentissage humain

Encadré Par :

Dr. KOUAHLA
Mohamed Nadjib

Présenté par :

BOUHLASSI
Fatima Zahra

Juin 2018

Abstract

Emotion plays a very important role in human learning computer environments (EIAH). In this type of environment we can offer several benefits to teachers, tutors and students, for these, they can download and read courses, exams ... etc. For the tutor his major role is to follow the learners according to their emotional states and help them in case of problems. Our goal is to develop an adaptive learning strategy by studying the impact of the learner's emotional state in a human learning computing environment with the goal of increasing learner success rates. More specifically, the work has two essential parts: the first defines the interaction between the learners-tutors. The second is to offer psychological and / or educational solutions.

Key words: E-Learning, Learner, emotional state, facial expressions, psychological solution.

Résumé

L'émotion joue un rôle très important dans les environnements informatiques d'apprentissage humain (EIAH). Dans ce type d'environnement on peut offrir plusieurs bénéfices aux enseignants, tuteurs et étudiants, pour ces derniers, ils puissent télécharger et lire des cours, des examens...etc. Pour le tuteur son rôle majeur est de suivre les apprenants selon leurs états émotionnels et les aider en cas des problèmes.

Notre objectif consiste à élaborer une stratégie d'apprentissage adaptatif en étudiant l'impact de l'état émotionnel de l'apprenant dans un environnement informatique d'apprentissage humain en visant d'augmenter le taux de réussite des apprenants. Plus précisément, le travail comporte deux parties essentielles : la première définit l'interaction entre les apprenants-tuteurs. La deuxième consiste à proposer des solutions psychologique et/ou pédagogique.

Mots clés : E-Learning, Apprenant, état émotionnel, expressions faciales, solution psychologique.



Remerciements

Au nom de dieu le clément, le miséricordieux,

Merci dieu mon seigneur, merci de votre générosité et gratitude.

*Je tiens à saisir cette occasion et adresser mon profond
remerciement et mon profond reconnaissance à : Monsieur KOVAHLA
Mohamed Nadjib mon encadreur de projet de fin d'étude, pour ses
précieus conseils et ces orientations et son aide durant toute la période
du travail pour une meilleure maitrise du projet.*

*Des remerciements à Mr BOUGHIDA Adel et Mr DORBANI
Bilel, à tous les enseignants du département d'informatique de
l'université 08 mai 1945 de Guelma Surtout Mr HALLACI Samir, Mr
CHOHRA, sans oublier Mme GRAIRJA HARKAS Ouassila et Mr
BEHTANE Abdelkader qui m'a donnés l'aide et tous les informations
que j'ai besoins d'elles.*

*A ma famille et mes amis pour leurs encouragements, on a pu
surmonter tous les obstacles.*

*Enfin, Mes vifs remerciements vont également aux membres de jury pour
l'intérêt qu'ils ont porté à mon projet en acceptant d'examiner et juger
mon travail.*

Merci.





Dédicaces

Toutes les formes de la plus belle louange, et en toutes circonstances sont à Allah seul.

À mes chers parents, pour les sacrifices déployés à nos égards, pour leur patience, leur amour et leur confiance en moi. Ils ont tout fait pour mon bonheur et ma réussite. Qu'ils trouvent dans ce modeste travail, le témoignage de ma profonde affection et de mon attachement indéfectible. Nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je leurs dois. Que dieu leur réserve la bonne santé et une longue vie.

À mon très cher frère : Zakaria

À mon très cher sœur : Rokya

À mes meilleurs amis : Miya, Asma, Mayssa, Khawla, Abir, Selma, Fatima, À tous mes amis de près et de loin.

, en témoignage de mes sincères reconnaissances pour les efforts qu'ils ont consentis pour me soutenir au cours de mes études. Que dieu nous garde toujours unis.

À toute personne qui m'a aidée et soutenue de près et de loin durant ce long de ce travail.

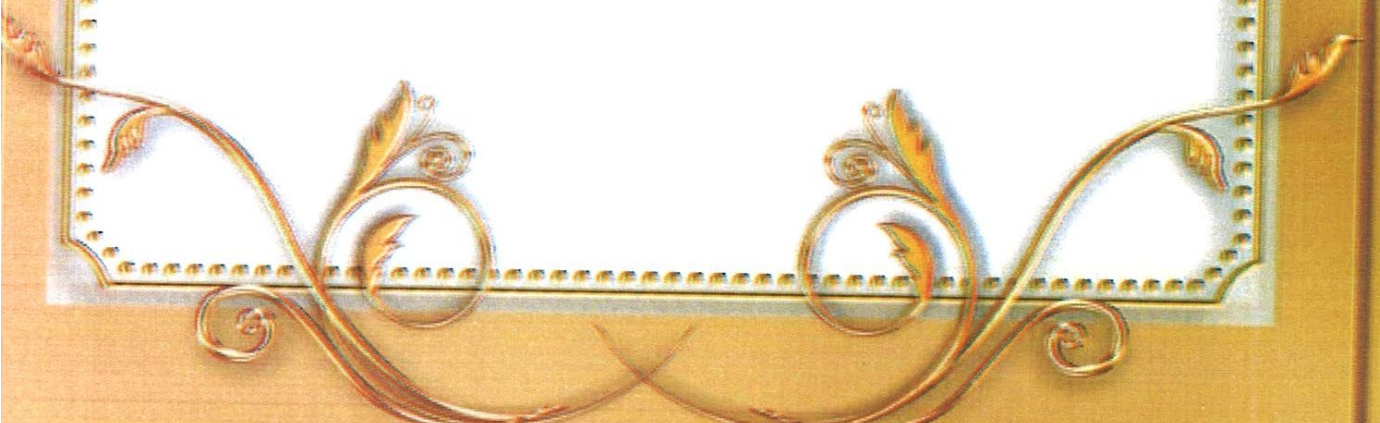


Table de matières

Abstract	i
Résumé	ii
Remerciements	iii
Dédicaces	iv
Table de matières	1
Table de figures	4
List des tableaux	6
Introduction générale	7
Chapitre 1: L'état de l'art	10
Introduction :	11
1. Définitions.....	11
1.1. Le visage.....	11
1.2. Les expressions faciales	11
1.3. L'émotion :	12
1.4. L'E Learning :	12
2. L'émotion et les expressions faciales :	13
2.1. Les expressions faciales :	13
2.1.1. La reconnaissance des expressions faciales :	13
2.1.2. Description des expressions faciale :	15
2.2. Les émotions.....	17
2.2.1. Type des émotions :	17
2.2.2. La Reconnaissanc des émotions :	18
2.3. L'emotion et l'apprentissage :	19
2.3.1- MUSE (Multi-User Simulation Environment) :	19
2.3.2- Les Systèmes Tutoriels Intelligents (STI) :	19
2.3.3- un agent pédagogique :	20
2.3.3.1- Agents conversationnels animés	20
3. Le E-Learning :	23
3.1- Principe du E-Learning :	23
3.2- Les avantages et les inconvénients de E-Learning :	23
3.2.1- Les Avantages :	23
3.2.2- Les Inconvénients :	23
3.3- Les acteurs dans le E-Learning :	24
4. Quelques méthodes pour motiver l'apprenant :	24
Conclusion :	26
Chapitre 2: conception de système	27
Introduction :	28
1. L'architecture du système :	28
2. Module de reconnaissance des expressions faciales :	29
2.1- Détection de visage :	29

2.2-	Extraction des coordonnées des points caractéristiques :	30
2.3-	Sélection des distances importantes :	31
2.4-	Apprentissage :	32
2.5-	classification :	32
3.	Module générateur de solutions :	32
3.1-	solutions pédagogiques :	32
3.2-	solutions psychologiques :	33
3.3-	Les étapes de la solution (exercice de relaxation) :	33
4.	Plateforme d'apprentissage :	34
4.1-	Les acteurs du système :	34
4.2-	Structure de la base de données :	35
4.3-	Représentation du MCD :	36
	Conclusion :	39
Chapitre 3: Implémentation et Résultats expérimentaux		40
	Introduction	41
1.	Implémentation du système :	41
1.1-	l'environnement et ressources matériels :	41
1.2-	langages de programmation utilisés :	42
1.2.1-	Environnement de développement Eclipse :	42
1.2.2-	JAVA :	44
1.2.3-	Dreamweaver :	45
1.2.4-	Easy PHP :	45
1.3-	Structure du système :	46
1.3.1-	Plateforme d'apprentissage :	47
1.3.2-	Application pour la reconnaissance des expressions faciales	47
1.3.3-	Application pour générateur des solutions.	48
2.	Résultats expérimentaux :	50
2.1-	les plus :	52
2.1.1-	Help :	52
2.1.2-	Université :	52
2.1.3-	Objectif :	52
2.1.4-	À-propos :	53
2.2-	Les espace du système :	53
2.2.1.	Espace d'Administration :	53
2.2.2.	Espace d'Enseignant :	55
2.2.3.	Espace d'Etudiant :	56
2.2.4.	Espace de Tuteur :	57
2.3-	Application de la reconnaissance des expressions faciales et solution psychologique :	58
3.	Les Tests :	59
3.1	Test du module reconnaissance des expressions faciales :	59
3.1.1	La base des images JAFFE :	59
3.1.2	Une base des données réelles :	59
3.1.3	Expérimentation sur le module reconnaissance des expressions faciales :	60

3.2 Test finale de l'approche proposée :	60
3.2.1 Test de l'approche proposée avec le générateur des solutions :	61
3.2.2 Test de l'approche proposée sans le générateur des solutions :	64
Conclusion :	71
Conclusion générale	72
Références	74

Table de figures

Chapitre 1

Figure 1.1 : Masque de point produit par le Modèle Actif d'Apparence (55 points)	14
Figure 1.2 : COSMO et son environnement d'apprentissage.....	21
Figure 1.3 : EMILIE et son environnement d'apprentissage.....	21
Figure 1.4 : ADELE aide l'apprenant pendant un exercice.	22
Figure 1.5 : STEVE montre un voyant.	23

Chapitre 2

Figure 2.1 : le système proposé.....	28
Figure 2.2 : Module de reconnaissance d'expressions faciales.....	29
Figure 2.3 : les 70 points du luxand FaceSDK	30
Figure 2.4 : les distances optimales choisies	31
Figure 2.5 : La plateforme d'apprentissage.....	34
Figure 2.6 : représente le modèle conceptuel de données	37
Figure 2.7 : Architecture globale du système.....	38

Chapitre 3

Figure 3.1 : système d'exploitation utilisé.....	41
Figure 3.2 : la webcam qu'on va l'utilisé, (a) : propriétés, (b) : détails.	42
Figure 3.3 : Fenêtre de démarrage d'Eclipse.....	43
Figure 3.4 : version de Dreamweaver utilisé.....	45
Figure 3.5 : présentation de l'index d'administration d'EasyPHP.	46
Figure 3.6: la class main_test_BDD	48
Figure 3.7 : méthode run2 pour appliquer la solution psychologique	49
Figure 3.8 : page d'accueil du système.....	50
Figure 3.9 : Interface d'accueil de notre plateforme.....	51
Figure 3.10 : La page principale de Help.....	52
Figure 3.11 : page d'université.	52
Figure 3.12 : page d'objectif.	53
Figure 3.13 : Interface d'À-propos.....	53
Figure 3.14 : espace administration	54
Figure 3.15 : liste des étudiants dans l'espace d'administration	54
Figure 3.16 : liste des enseignants dans l'espace d'administration	54
Figure 3.17 : liste des cours dans l'espace d'administration (a) : Master1, (b) : Master2.	55
Figure 3.18 : espace enseignant.	55
Figure 3.19 : Ajouter une cour dans l'espace enseignant, (a) : au Master1, (b) : au Master2	55
Figure 3.20 : page de l'inscription de l'étudiant.....	56
Figure 3.21 : page de se-connecter de l'étudiant.....	56
Figure 3.22 : espace étudiant.	56
Figure 3.23 : lire et télécharger les cours dans l'espace étudiant, (a) Master1, (b) Master2	57
Figure 3.24 : espace Tuteur	57
Figure 3.25 :L'interface de l'application de la reconnaissance des expressions faciales	58
Figure 3.27 : demande le passage à la solution pédagogique.....	59
Figure 3.28 : l'interface affichée dans le cas où l'étudiant refuse la solution pédagogique.....	59
Figure3.29. Variation de l'état émotionnel avec/sans activation du générateur de solutions.....	67

Figure 3.30 : Comparaison entre les durées d'apprentissage avec et sans l'activation du générateur des solutions..... 68

Figure 3.31. Variation des émotions en termes de temps : (a) Apprenant 1, (b) Apprenant 2, (c) Apprenant 3, (d) Apprenant 4, (e) Apprenant 5..... 71

List des tableaux

Chapitre 1

Tableau 1.1 : Résumé des techniques de reconnaissance d'expression faciale.	15
Tableau 1.2 : la description des six expressions faciales	17
Tableau 1.3 : les émotions de base selon quelques théoriciens.	18

Chapitre 2

Tableau 2.1 : description des points utilisés.	31
Tableau 2.2 : Structure de la base de données 36	36

Chapitre 3

Tableaux 3.1 : comparaison des classifieurs sur les deux BDD.	60
Tableau 3.2 : description des émotions de l'apprenant1 avec la solution proposée.....	61
Tableau 3.3 : description des émotions de l'apprenant2 avec la solution proposée.....	61
Tableau 3.4 : description des émotions de l'apprenant3 avec la solution proposée.....	62
Tableau 3.5 : description des émotions de l'apprenant4 avec la solution proposée.....	63
Tableau 3.6 : description des émotions de l'apprenant5 avec la solution proposée.....	63
Tableau 3.7 : pourcentage des choix des apprenants.	64
Tableau 3.8 : description des émotions de l'apprenant1 sans la solution proposée.....	64
Tableau 3.9 : description des émotions de l'apprenant2 sans la solution proposée.....	65
Tableau 3.10 : description des émotions de l'apprenant3 sans la solution proposée.....	65
Tableau 3.11 : description des émotions de l'apprenant 4 sans la solution proposée.....	66
Tableau 3.12 : description des émotions de l'apprenant5 sans la solution proposée.....	66

Introduction générale

Introduction générale

L'utilisation de l'informatique pour l'apprentissage se développe de jour en jour. Cette évolution a créé un nouveau domaine qui s'appelle EIAH (Environnement Informatique d'Apprentissage Humain). Ce dernier a été développé dans le but de favoriser l'apprentissage humain.

Dans les Environnements Informatique d'Apprentissage Humain (EIAH), plusieurs activités pédagogiques sont offertes aux apprenants : apprentissage, résolution des exercices et examens, consultation des notes,...etc. Ces étudiants peuvent bénéficier de ces services à n'importe quel moment et de n'importe quel endroit. Mais, ces avantages peuvent aussi causer quelques problèmes à ces apprenants. En effet, l'isolement de l'apprenant peut influencer négativement sur son état émotionnel (psychologique) et alors sa performance d'apprentissage.

Les chercheurs de ce domaine ont essayé depuis plusieurs années d'étudier l'impact de l'état émotionnel de l'apprenant parce qu'il joue un rôle essentiel dans ses actions, il peut changer son comportement, son processus cognitif et les conditions d'attention, de mémorisation, de prise de décisions, de créativité, de performance, etc.

L'objectif de notre travail est de créer un système qui prend en compte l'état psychologique de l'apprenant et lui proposer quelques solutions dans le cas de difficulté afin de le motiver.

Notre système est composé de trois parties : la première pour reconnaître l'émotion de l'apprenant à partir ses expressions faciales, la deuxième un générateur de solution psychologique/pédagogique qu'on va l'appliquer dans les cas de difficulté, les deux premières parties sont développées sous Java et la troisième en PHP pour créer un environnement d'apprentissage humain.

Notre mémoire est composée de trois chapitres :

➤ **Chapitre 1 : L'état de l'art**

Dans ce chapitre, on a présenté un état de l'art sur l'émotion, l'expression faciale, les systèmes de reconnaissance des expressions faciales ainsi les différents modèles d'apprentissage développé à base émotion.

➤ **Chapitre 2 : conception de système**

Ce chapitre porte sur l'étude conceptuelle de notre approche, nous avons défini l'architecture générale de notre système et les fonctionnalités offertes aux quatre acteurs existant ainsi le détail de chaque partie du système : module émotion, générateur de solutions, et la plateforme d'apprentissage.

➤ **Chapitre 3 : Implémentation et résultats expérimentaux**

Le dernier chapitre illustre l'implémentation et l'expérimentation de système, les outils matériels et logiciel utilisé pour le développement, et les interfaces réalisées pour notre système.

Enfin, on termine par une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre 1:
L'état de l'art

Introduction :

Les émotions ont un rôle prépondérant bien en communication verbale et/ou non verbale. on peut les identifier à travers une variété de comportements tels que les mouvements du visage, les gestes, le discours, direction du regard, la voix, la position, respiration, pression du sang, électrocardiogramme, expressions faciales, etc.

Les informaticiens du domaine E-Learning (mode d'apprentissage) ont essayé depuis plusieurs années d'étudier le rôle et l'impact essentiels des émotions dans ce domaine, ce mode d'apprentissage est disponible sur plusieurs plates-formes de formation à distance (par exemple : Moodle, Sakai, Caroline, Let Line...etc.).

Dans les activités d'apprentissage, l'état émotionnel de l'apprenant influence directement sur sa performance d'apprentissage pour cela nous voulons étudier l'impact de l'état émotionnel d'un apprenant dans un environnement informatique d'apprentissage en ligne « F-Learning » et lui proposer quelques solutions dans le cas de difficulté afin de le motiver.

Dans ce chapitre, on a mené un 'état de l'art, ou nous expliquons c'est quoi une expression faciale ainsi quelques méthodes développées pour la reconnaissance des expressions faciales, en suite on va présenter la notion émotion et ses types et on va représenter les différents modèles d'apprentissage qui sont basés sur l'émotion de l'apprenant et on termine ce chapitre par quelque techniques pour la motivation de l'apprenant.

1. Définitions :

1.1. Le visage :

Le visage est un moyen de communication très important et complexe qu'on veut étudier pour l'extraction de l'état émotionnel, le visage possède : une trentaine des muscles qui présentes une grande quantité de visage et qui poussent ou tirent la peau de façons différentes [1], **les mêmes muscles sont utilisés** pour exprimer les différentes émotions [W2].

1.2. Les expressions faciales :

Une expression faciale est une manifestation visible de l'état émotionnel, de l'activité cognitive, de la personnalité et de la psychopathologie d'une personne.

Chapitre 1 : Etat de l'art

Chaque élément du visage joue un rôle plus ou moins important dans la réalisation de l'expression faciale finale. Les trois caractéristiques principales de visage qui influent sur la nature de l'expression faciale sont la bouche, les yeux et les sourcils. Les autres comme les plis, rides, les éléments colorés ou les cheveux ne jouent qu'un rôle secondaire. [2]

Les expressions faciales reflètent non seulement les émotions, mais aussi d'autres interactions sociales et signaux physiologiques.

1.3. L'émotion :

Le terme émotion est un terme très varié. Il est difficile de donner une définition précise, mais il y a des notions proches telles que les sentiments, les termes qui caractérisent les sentiments sont souvent employés pour décrire les émotions, créant ainsi une confusion entre ces deux notions.

P.R Kleinginna et A.M Kleinginna ont sélectionné une définition communément acceptée, cette dernière est issue de l'analyse de 140 définitions provenant de toutes langues [3], cultures et domaines, ses résultats montrent l'intérêt de détecter les émotions pour analyser le comportement d'un utilisateur, mais après toutes ces analyses, la définition exacte reste encore difficile, mais on peut la définir comme des réactions que personnes ne contrôlent pas, face à un événement de la vie quotidienne. Ces réactions peuvent être : **motrices** (tonus musculaire, tremblements, etc.), **comportementales** (agitation, fuite, agression, incapacité à bouger, etc.), et **physiologiques** (transpiration, rougeur, malaise, pâleur, accélération du pouls, palpitations, sensation de malaise, etc.) ou bien **psychologiques** (pensées positives ou négatives) et ne durent qu'un instant. [4]

1.4. L'E-Learning :

L'E-Learning' est une abréviation de « Electronic Learning », est l'un des moyens d'apprentissage à distance avec l'utilisation des technologies de l'information et de la communication qui permet des échanges entre les acteurs (étudiant, enseignant, administrateur et tuteur, c'est à dire un travail collaboratif) [W2]. Et selon la définition de la Commission européenne l'E-Learning est : « *L'utilisation des nouvelles technologies multimédia et l'internet pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources et des services, ainsi que les échanges et la collaboration à distance* » [W3].

2. L'émotion et les expressions faciales :

2.1. Les expressions faciales :

La détection d'expression faciale est l'une des applications les plus pertinentes dans le domaine du traitement d'image et reconnaissance des formes. Les expressions peuvent varier entre individus c'est pourquoi cette tâche n'est pas facile à réaliser [5]. Les systèmes de détection des expressions faciales ont beaucoup de problèmes concernant la pose, la lumière, l'expression du visage et la qualité de l'image. La détection de visage détermine l'emplacement et la taille de visage dans une image donnée.

Cependant, la détection automatique du visage humain par les ordinateurs est une tâche très difficile parce que les modèles de visage donnent des signes variants [6]. Par exemple, les visages humains varient selon : le sexe, l'âge, la coiffure, la race, etc. Plusieurs approches ont été proposées pour résoudre le problème de la détection du visage et chaque approche à ses propres avantages et inconvénients [5].

2.1.1. La reconnaissance des expressions faciales :

Un système de reconnaissance des expressions faciales nécessite la résolution de trois problèmes (le schéma général d'un système de reconnaissance de formes) : la **détection et la localisation** des visages dans une image, **l'extraction de données** à partir du visage et **la classification** des expressions faciales, mais la réalisation de ces étapes se défait selon la technique utilisée, et on va présenter quelques-unes :

Généralement les travaux existants de la reconnaissance des expressions faciales se divisent en deux types :

a- En utilisant des séquences d'images :

Black et Yacoob ont présenté une approche pour le suivi et la reconnaissance des expressions faciales universelles, l'accent est mis sur la différence entre les mouvements du visage rigides (c'est-à-dire mouvements de la tête et rotation dans le plan) et les mouvements non-rigides (mouvement des sourcils ou de la bouche n'est pas rigide) [7].

Suwa et ses collègues font une analyse préliminaire des expressions faciales en suivant vingt taches identifiées [8]. Mase [9] utilise des variances des données de mouvement "optical flow" sur des petits blocs. Yacob et Davis utilisent les mouvements des bords, nez, bouche, yeux et sourcils [10]. Essa et Pentland construisent un modèle qui suit les mouvements du visage et l'utilisent pour analyser les expressions faciales. [11]

b- En utilisant des images statiques :

Turk et Pentland représentent les images faciales par un ensemble de composants faciaux standardisés les "eigenfaces" et font une analyse linéaire des composants principaux ACP[12], Padgett et Cottrell utilisent une approche similaire, utilisant les "eigenfaces" sur certaines régions du visage (les deux yeux et la bouche) [13]. D'autres côtés, Lanitis et ses collègues donnent l'importance aux formes et au niveau de gris : utilisent des descripteurs déformables et effectuent une analyse sur un ensemble des images faciales [14].

Lyons et al. [15] et Bartlett et al. [16], Zhang [17] et Song et al. [18] utilisent des filtres se basant sur des ondelettes de Gabor qui permet de construire des modèles pour les expressions faciales, d'autres encore [19] et [20] utilisent l'analyse en composantes principales et indépendantes ou les réseaux de neurones.

D'autre part l'utilisation des méthodes basée sur un modèle (model based method) est plus en plus fréquente [21][22], le modèle actif d'apparence (Active Appearance Model) est une de ces techniques, il s'agit d'un algorithme de vision par ordinateur qui permet de faire correspondre à une image une forme selon un modèle statistique[23]. Finalement pour produire un masque de point sur le visage (*figure 1.1*).

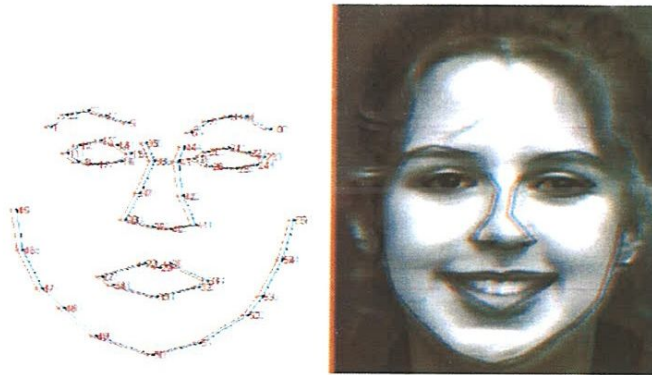


Figure 1.1 : Masque de point produit par le Modèle Actif d'Apparence (55 points) [24].

Le tableau suivant (*tableau1.1*) résume les techniques récentes développées pour la reconnaissance des expressions faciales :

Chapitre 1 : Etat de l'art

Référence	Technique	Expressions faciales	Base des données	Type	Sujets	Performance
[25]	PCA	Six		Images	9 Sujets	84.5%
[26], [15]	PCA, LDA	Six		193 images	9 Sujets	92% 75%
[27]	SVM	Sourire spontanée et sourire sournoise	MMI	Vidéo	52 Sujets	94%
[28]	Réseau de neurones	Sept		213 images	9 Sujets	90.1%
[29]	HMMS	Sept	Propre base-1-Cohen-kanade-2-	Vidéo	5 Sujets -1- 53 Sujets -2-	82.46% -1- 58.63% -2-
[30]	MAA	Sept	CMU	166 images	30 Sujets	84.34%
[31]	Codification des règles	Six en reconnaissance les AUs		Images	8 Sujets	92%
[24], [32]	La théorie de l'évidence	Joie, (joie-dégout), (surpris-peur).	DAFEX-1-Cohn-Kanade-2-	Vidéo	8 Sujets -1- 100 Sujets -2-	68.75% -1- 60.26% -2-
[33]	Multiboost-1-, SVM linéaire-2-	Six	BU-3DFE	Scans 3D	60 Sujets	97.75% -1- 98.81% -2-

Tableau 1.1 : Résumé des techniques de reconnaissance d'expression faciale.


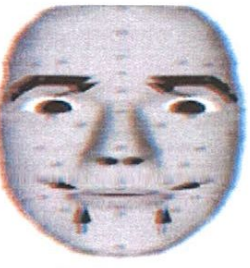


2.1.2. Description des expressions faciales :

Lors de la production d'une expression faciale, il apparaît sur le visage un ensemble déformation au niveau des traits permanents du visage.

Les émotions les plus fréquemment étudiées et utilisées sont les six émotions d'Ekman : la peur, la colère, la joie, la tristesse, le dégoût, la surprise [34].

Le **tableau 1,2** représente la description des expressions faciale des émotions ci-dessus ;

Chapitre 1 : Etat de l'art

L'émotion	Description d'expression faciale
 <p data-bbox="305 520 391 562">joie</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Définition : État d'une personne dans une condition de satisfaction intense [35]. ➤ Critères : Les sourcils sont décontractés, la bouche est ouverte et les commissures des lèvres retirées en arrière, vers les oreilles [25]. ➤ Déclencheurs : Désir, Réussite, Bien-être, Accomplissement [36]. ➤ Comportement : Approche [37].
 <p data-bbox="261 940 451 982">tristesse</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Définition : État d'une personne qui souffre moralement suite à une insatisfaction et des soucis [35]. ➤ Critère : Les coins intérieurs des sourcils sont courbés vers le haut, les yeux sont légèrement fermés. La bouche est décontractée [25]. ➤ Déclencheurs : Pert, Deuil, Obstacle [36]. ➤ Comportement : Repli sur soi [37].
 <p data-bbox="272 1428 418 1470">colère</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Définition : État d'une personne dans une réaction violente et agressive lors d'une contrariété [35]. ➤ Critères : Les coins intérieurs des sourcils sont abaissés ensemble, les yeux sont largement ouverts pour montrer les dents [25]. ➤ Déclencheurs : Injustice, Dommage, atteinte au système de valeurs [36]. ➤ Comportement : Attaque [37].
 <p data-bbox="272 1806 435 1848">dégoût</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Définition : Etat d'une personne qui a une répugnance pour certains aliments ou a un manque d'appétit [35]. ➤ Critères : Les sourcils et les paupières sont décontractés. La lèvre supérieure est levée et courbée, souvent de manière asymétrique [25]. ➤ Déclencheurs : Rejet, contre quelqu'un, aversion [36]. ➤ Comportement : Retrait [37].

Chapitre 1 : Etat de l'art



 <p>peur</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Définition : État d'une personne menacée par un danger réel ou imaginaire [35].➤ Critères : Les sourcils sont levés ensemble et leur partie intérieure est courbée vers le haut, les yeux sont contractés et en état d'alerte [25].➤ Déclencheurs : Menace, Danger, Inconnu [36].➤ Comportement : Fuite, Sidération, évitement parfois attaque [37].
 <p>surprise</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Définition : État d'une personne étonnée par quelque chose d'inattendu [35].➤ Critères : Les sourcils sont levés, les paupières supérieures sont ouvertes, les paupières inférieures, décontractées. La bouche est ouverte [25].➤ Déclencheurs : Danger immédiat, Inconnu, Imprévu [36].➤ Comportement : Retrait, Interruption, Sursaut [37].

Tableau 1.2 : la description des six expressions faciales [15].

2.2. Les émotions :

2.2.1. Type des émotions :

Il existe trois types des émotions :

- Les émotions primaires ou émotions de base :** Les six émotions les plus utilisées est : joie, colère, peur, surprise, dégoût, tristesse.
- Les émotions secondaires :** Elles sont issues des primaires. À partir de la peur, par exemple, c'est l'angoisse, la culpabilité...etc. À partir de la colère, l'agressivité, la haine...etc.
- Les émotions d'arrière-plan :** Elles se manifestent quand on est tendu, morose, anxieux [W4].

Les émotions peuvent être nuancées en fonction des personnages et de leur appartenance à des catégories ethniques, d'âge, socioprofessionnelles [38]. Dans le tableau suivant, on va présenter les émotions de base selon quelques théoriciens :

Chapitre 1 : Etat de l'art

Théoricien	Émotion de base « émotion primaire »
Plutchik [39]	Acceptation, colère, anticipation, dégoût, joie, peur, tristesse, surprise
Arnold [W5]	Colère, aversion, courage, abattement, désir, désespoir, peur, haine, espoir, amour, tristesse
Ekman, Friesen, et Ellsworth [34]	Colère, dégoût, peur, joie, tristesse, surprise
Frijda [40]	Désir, joie, intérêt, surprise, émerveillement, tristesse
Gray [41]	Rage, la terreur, anxiété, joie
Izard [42]	Colère, mépris, dégoût, détresse, peur, culpabilité, intérêt, joie, honte, surprise
James [43]	Peur, chagrin, amour, rage
McDougall [44]	Colère, dégoût, allégresse, peur, sujétion, émotion tendre, émerveillement
Mowrer [45]	Douleur, plaisir
Oatley et Johnson-Laird [46]	Colère, dégoût, anxiété, joie, tristesse
Pankscpp [47]	Espérance, peur, rage, panique
Tomkins [48]	Colère, intérêt, mépris, dégoût, détresse, peur, joie, honte, surprise
Watson [49]	Peur, amour, rage
Weiner et Graham [50]	Joie, tristesse

Tableau 1.3 : les émotions de base selon quelques théoriciens.

2.2.2. La Reconnaissance des émotions :

Il y'a plusieurs travaux dans le domaine de la reconnaissance des émotions avec des différents techniques et matériaux, par exemple certains chercheurs ont utilisé une caméra, un microphone ou des capteurs physiologiques, comme Gaelle et ses collègues qui ont proposé une architecture d'un système de reconnaissance des états affectifs à partir de mesures physiques et physiologiques [W6], et d'autres chercheurs comme Bianchi et Lisetti ont présenté un système de calcul **MOUE** (Model Of User Emotions), est un système de reconnaissance des émotions qui reconnaît l'émotion de l'utilisateur à partir des expressions faciales et ses réactions, afin d'améliorer la reconnaissance automatique des émotions [51].

2.3. L'émotion et l'apprentissage :

Quelques études indiquées que les émotions pouvaient influencer sur la qualité de l'apprentissage si on prend en compte la motivation de l'apprenant comme une contrainte pour sa réussite. Par exemple, d'après les recherches de Pekrun qui ont montré que l'activité d'apprentissage s'accompagne d'une expérience émotionnelle riche et intense, que ce soit pendant un cours, un examen ou en étudiant chez soi, en général ces recherches étudient le rôle de l'émotion dans la formation des étudiants [52]. Shelton indique dans ses travaux la nécessité de développer une certaine compétence émotionnelle [53]. Postle va dans le même sens en affirmant que la capacité d'un individu à apprendre dépend de son état émotionnel [7]. Ces deux études montrent la pertinence des émotions dans le domaine d'apprentissage, pour cela on va présenter quelques travaux dans le domaine d'apprentissage qui prend en considération les émotions des apprenants :

2.3.1- MUSE (Multi-User Simulation Environment) :

Est un environnement de formation, ou plutôt d'autoformation qui dérivent de jeux d'aventure textuels populaires tels que : Adventure et Zork. Mais les MUSE supportent l'interaction en temps réel entre ses éléments qui collaborent pour construire leur propre monde.

D'après l'avis de Dr Barry Kort le superviseur de cet environnement, tout système d'apprentissage doit susciter les états émotionnels suivants : la curiosité, la fascination, l'étonnement, la confusion, la frustration, la perspicacité, la satisfaction et la confiance. [W7]

2.3.2- Les Systèmes Tutoriels Intelligents (STI) :

Ce sont des systèmes actifs, qui peuvent porter des jugements sur les actions de l'apprenant et lui proposer des explications, L'élément essentiel pour les STI est de modéliser les réactions émotionnelles d'un apprenant durant une session d'apprentissage afin de permettre au tuteur de prévoir quand et comment il faut intervenir pour aider l'apprenant à accomplir sa tâche d'apprentissage dans des meilleures conditions [54]. Selon Murray [55], les STI sont des systèmes d'enseignement informatiques qui spécifient ce qui doit être enseigné et des stratégies d'enseignement ainsi qu'une connaissance sur le niveau de l'apprenant, d'autre part Chaffar et Frasson [53] concluent qu'un système tutoriel intelligent (STI) peut prédire les réactions émotionnelles d'un apprenant afin d'optimiser son apprentissage. L'objectif est que le système tutoriel s'adapte en fonction des réactions émotionnelles de l'apprenant, donc soit capable de déterminer l'émotion de l'apprenant.

2.3.3- un agent pédagogique :

Dans une autre perspective, Farouk et ses collègues [56] ont présenté les résultats d'une étude expérimentale reliés à un agent pédagogique qui gère ses émotions à partir de l'orientation de son regard et des gestes pour observer les réactions des enseignants au moment du bilan-diagnostic avec l'élève et d'autre part pour favoriser la réflexion des élèves sur leur compétence.

2.3.3.1- Agents conversationnels animés :

Des recherches en EIAH ont développé des **Agents Conversationnels animés (ACA)** qui jouent un rôle d'agent pédagogique pour prendre en compte les émotions de l'apprenant et exprime ses propres émotions. COSMO[57], STEVE [38], AUTOTUTOR [58], [59] ou Emilie [60] sont des exemples d'agents pédagogiques de type ACA (appelés agents pédagogiques personnifiés) qui expriment des émotions (expressions faciales, parole et geste) lors d'une session d'apprentissage. Le développement de ce type d'agents peut bénéficier des résultats intéressants obtenus dans les domaines connexes (IA infographie, IHM) [61].

Voici quelque exemple des ACA :

- **COSMO** : C'est un agent pédagogique animé destiné à apprendre les fondements de la topologie du réseau et des mécanismes de routage. L'objectif de cet agent ne se limite pas à fournir aux apprenants des connaissances théoriques du cours, mais plutôt de les encourager et d'augmenter leur motivation à apprendre le cours. L'une des caractéristiques majeures de Cosmo liées à l'intelligence artificielle, c'est sa capacité d'exprimer les émotions à travers son corps entièrement animé ; son visage (les yeux, les sourcils et la bouche), ses gestes (inclinaison de la tête, mouvement des bras et des mains, déplacement du corps, applaudissement, etc.) et sa voix lui permettent d'exprimer ses propres émotions (voir *Figure 1.2*) [62]



Figure 1.2 : COSMO et son environnement d'apprentissage [62].

- **ÉMILIE** : un autre exemple, basé sur une architecture Multi-Agents. C'est destiné à l'enseignement des sciences en ligne. Il intègre notamment deux agents émotionnels adaptatifs, Émilie-1 et Émilie-2. Émilie-1 est un agent 3D dédié à l'expression des émotions du tuteur tandis qu'Émilie-2 est dédié à la détection et l'analyse des émotions courantes de l'apprenant. « L'intégration d'agents émotionnels adaptatifs au sein d'un STI Multi-Agents vise essentiellement à encourager l'étudiant à jouer un rôle proactif dans son apprentissage ». (voir la *figure 1.3*) [63] [64]

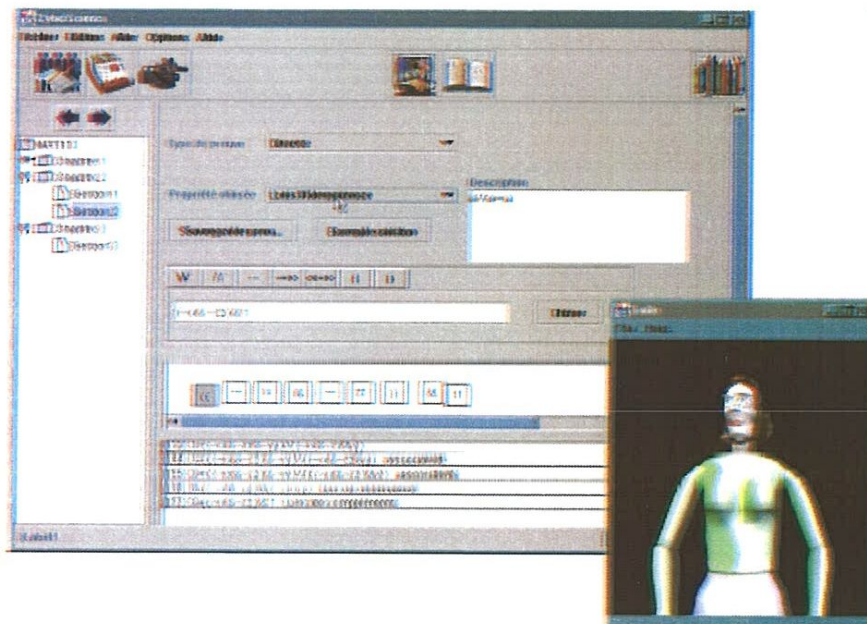


Figure 1.3 : EMILIE et son environnement d'apprentissage

Chapitre 1 : Etat de l'art

- **ADELE:** Agent for Distance education - Light edition) a été appliquée dans le domaine de la médecine, il est basé sur le modèle des agents cognitifs et possède quelques états "émotionnels" internes (pour animer le personnage) [65]. (voir la *Figure 1.4*)

« Adele est un agent pédagogique ayant le rôle de professeur/tuteur/évaluateur et elle est mono-utilisateur (elle ne possède pas de stratégie collaborative). Elle possède deux interactions pédagogiques principales :

- elle peut proposer un exercice et offrir l'accès à des informations en rapport avec le problème en cours (conseil),
- elle peut analyser les réponses de l'exercice et interroger l'apprenant pour vérifier ses connaissances. » [66]

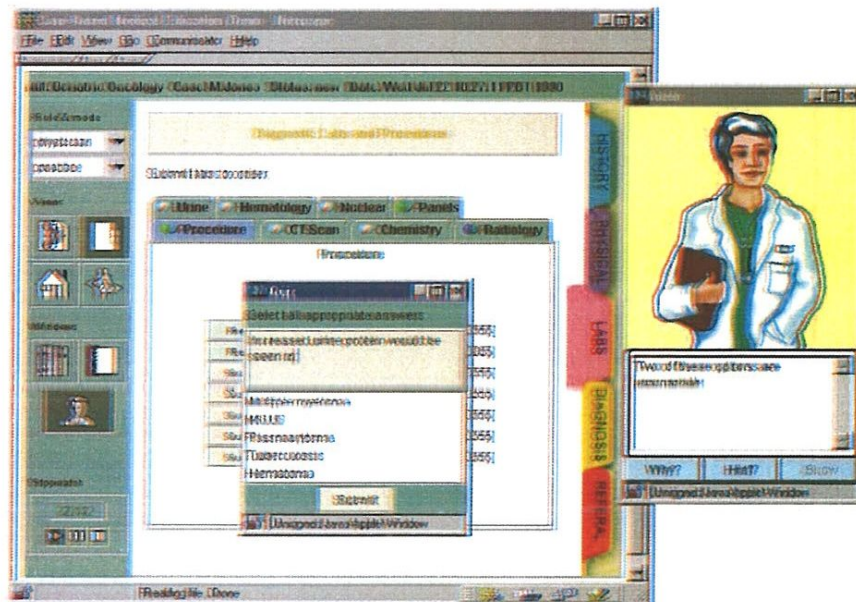


Figure 1.4 : ADELE aide l'apprenant pendant un exercice [W8].

- **STEVE:** (Soar Training Expert for Virtual Environment)[67] est un agent autonome et animé qui évolue dans un environnement virtuel de formation, son rôle principal est celui de tuteur mais on peut aussi l'utiliser comme un simple élève (sans stratégie pédagogique associée) exécutant des ordres pour permettre à l'apprenant d'exécuter une action collaborative nécessitant une tierce personne.(voir la *Figure 1.5*)

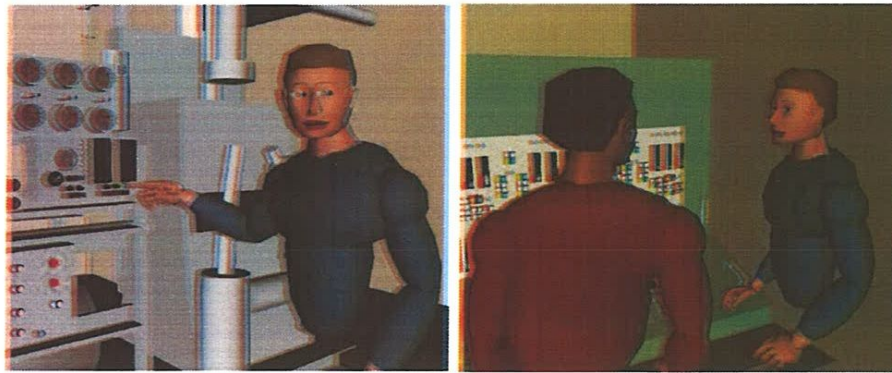


Figure 1.5 : STEVE montre un voyant [W8].

3. Le E-Learning :

3.1- Principe du E-Learning :

Le principe de ce mode d'apprentissage est de permettre à l'apprenant d'accéder à ses cours depuis un poste distant. Les sites responsables pour suivre un cursus de formation traditionnel « établissements, classes, bibliothèque » n'existent plus physiquement, ils sont remplacés par le Système de Gestion des Cours ou S.G.C qui est le cœur du système de formation à distance, c'est lui qui fait le lien entre les apprenants, les tuteurs, les ressources et les contenus présents dans le système [68].

3.2- Les avantages et les inconvénients de E-Learning :

3.2.1- Les Avantages :

En termes de :

- Accessibilité : il peut faciliter l'accès à la connaissance. Un ordinateur équipé d'une connexion à internet suffit. Il n'est pas nécessaire de se déplacer.
- Flexibilité : Selon la formule choisie, la formation peut être suivie à n'importe quel moment, à n'importe quel rythme et depuis n'importe quel endroit.
- Performance : De nombreuses études mettent en avant de meilleurs résultats de la formation en e-learning que lors d'une formation traditionnelle. [77]

3.2.2- Les Inconvénients :

En termes de :

- Autodiscipline : Les apprenants sont isolés dans une formation à distance.

Chapitre 1 : Etat de l'art

- Isolement : Les contacts avec les autres apprenants de la formation et avec le formateur sont réduits.
- Maîtrise des outils : E-Learning nécessite une maîtrise suffisante des outils informatiques et d'internet pour pouvoir suivre la formation. [W9]

3.3- Les acteurs dans le E-Learning :

Les acteurs principaux dans un système e-learning sont :

Apprenant : C'est l'acteur le plus important du système, car s'il n'y a pas d'apprenant, il n'y a plus de raison pour réaliser le système. C'est une personne qui apprend et suit une formation. L'apprenant pourra être l'étudiant. Le stagiaire ou l'élève, bénéficiaire du dispositif de formation.

Tuteur : c'est une personne responsable des connaissances à un étudiant ou un stagiaire dans le cadre d'une fonction appelée tutorat. Il suit et accompagne les apprenants à travers un parcours pédagogique.

Administrateur : c'est le responsable du système, il s'occupe de la maintenance de la plateforme. Il gère les inscriptions, les accès et droits sur les ressources pédagogiques, les groupes, les emplois de temps...etc.

Enseignant : Responsable de l'organisation des matières de formation, l'enseignant doit lui-même avoir un certain niveau de formation. Les différents rôles qu'il peut jouer dans les EIAH : concepteur, prescripteur et utilisateur [69].

4. Quelques méthodes pour motiver l'apprenant :

La démotivation est la conséquence de multiples échecs mal digérés par l'apprenant. Cela consiste à ne pas vouloir se confronter à la difficulté et à refuser de vouloir participer aux activités. Pour cela on va présenter quelques méthodes pour résoudre ce problème :

a- Le choix de l'activité :

Proposer une activité à la portée de l'apprenant, ni trop simple, sinon il aura l'impression qu'on le prend pour un incapable, ni trop difficile, sinon il sera à nouveau mis en échec. Il est important de s'assurer que l'étudiant a bien compris les consignes de l'activité. Et aussi on peut la motiver par certains dispositifs : travail par deux, par petit groupe... [W10].

Chapitre 1 : Etat de l'art

b- Aspect psychologique « la sécurité » :

Dans la prise en charge d'un étudiant démotivé, il s'agit que l'étudiant se sente suffisamment en sécurité pour oser se lancer dans l'inconnu de l'apprentissage. Donc la motivation a besoin de la sécurité et d'un espace de liberté [W11].

c- Le plaisir d'être responsable :

L'apprenant sera motivé s'il perçoit la valeur de l'activité qui lui est proposée. En suite l'apprenant acquiert une autonomie dans son apprentissage. Il se sentira responsable de l'avancée de son travail, et il s'engagera en faisant des choix qui lui permettront de poursuivre l'activité jusqu'à la fin. Pour ce faire, il convient de lui permettre de faire des propositions pour résoudre le problème qui lui est posé. [W12]

Après l'activité, on peut interroger l'apprenant sur ce qu'il a ressenti, afin qu'il puisse réaliser que le fait d'avancer pas à pas vers une résolution est un plaisir et une réussite. Il aura alors probablement envie de recommencer. Mais si on lâche un apprenant trop tôt, il risque de retourner dans son contexte initial de démotivation. Il est bon d'attendre que l'apprenant soit assez solide pour affronter lui-même les difficultés qu'il rencontrera au cours de son apprentissage.

On peut la résumer en 4 points :

- 1- La motivation s'installe si le thème étudié a un rapport plus ou moins direct avec certains des intérêts de l'étudiant. [W11]
- 2- La motivation peut être aidée par la mise en place d'un cadre construit autour d'un "objectif commun"[W13]
- 3- La motivation peut être suscitée par certaines techniques : le jeu, des tests auto évaluation, la compétition... [W14]
- 4- Nécessité de perdre l'illusion qu'on peut contrôler la motivation des élèves [W15].

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté quelques méthodes existantes pour la reconnaissance des émotions. Ainsi on a expliqué qu'est-ce qu'une expression faciale et présenté les différents modèles d'apprentissage qui sont basés sur l'émotion de l'apprenant, et enfin on a terminé par quelques techniques pour la motivation d'un apprenant.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'état émotionnel d'un apprenant à partir ces expressions faciales dans un environnement d'apprentissage en ligne et lui proposer quelques solutions pédagogique et/ou psychologique dans le cas de difficulté.

Dans le chapitre suivant on doit présenter les différentes étapes de la conception qu'on doit les suivre pour la réalisation de notre système.

Chapitre 2:

Conception de système

Chapitre 2 : Conception de système

Introduction :

L'objectif de notre projet consiste à développer un système d'apprentissage à distance « site web » facile à utiliser, qui prend en compte l'état émotionnel de l'apprenant et lui propose des solutions psychologiques ou pédagogiques afin de le motiver. Une base de données afin de sauvegarder les informations importantes (cognitives ou émotionnelles).

Dans ce chapitre, nous présentons l'architecture générale du système composé de trois modules principaux.

1. L'architecture du système :

Nous nous intéressons ici au traitement émotionnel dans un contexte d'apprentissage en ligne. En effet pour assurer une meilleure interaction des apprenants et garantir une meilleure qualité d'apprentissage, notre système est composé de trois grandes parties, nous présentons l'architecture générale de ce système dans le schéma suivant :

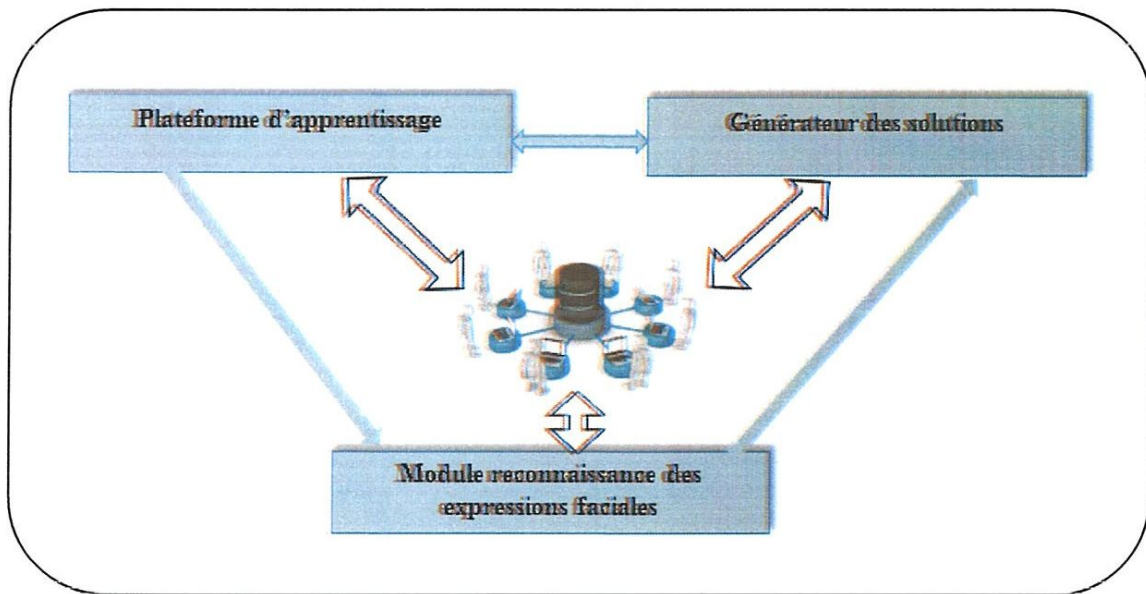


Figure 2.1 : le système proposé.

Dans la suite, nous détaillons les étapes de chaque module.

Chapitre 2 : Conception de système

2. Module de reconnaissance des expressions faciales :

Le cœur de notre application est l'émotion, on doit suivre les changements faciaux de l'apprenant pour extraire son état émotionnel, pour cela nous avons développé un module de reconnaissance des expressions faciales sur un visage capturé par une webcam. Ce module suit les étapes universelles d'un système de reconnaissance des formes (*Figure 2.2*).

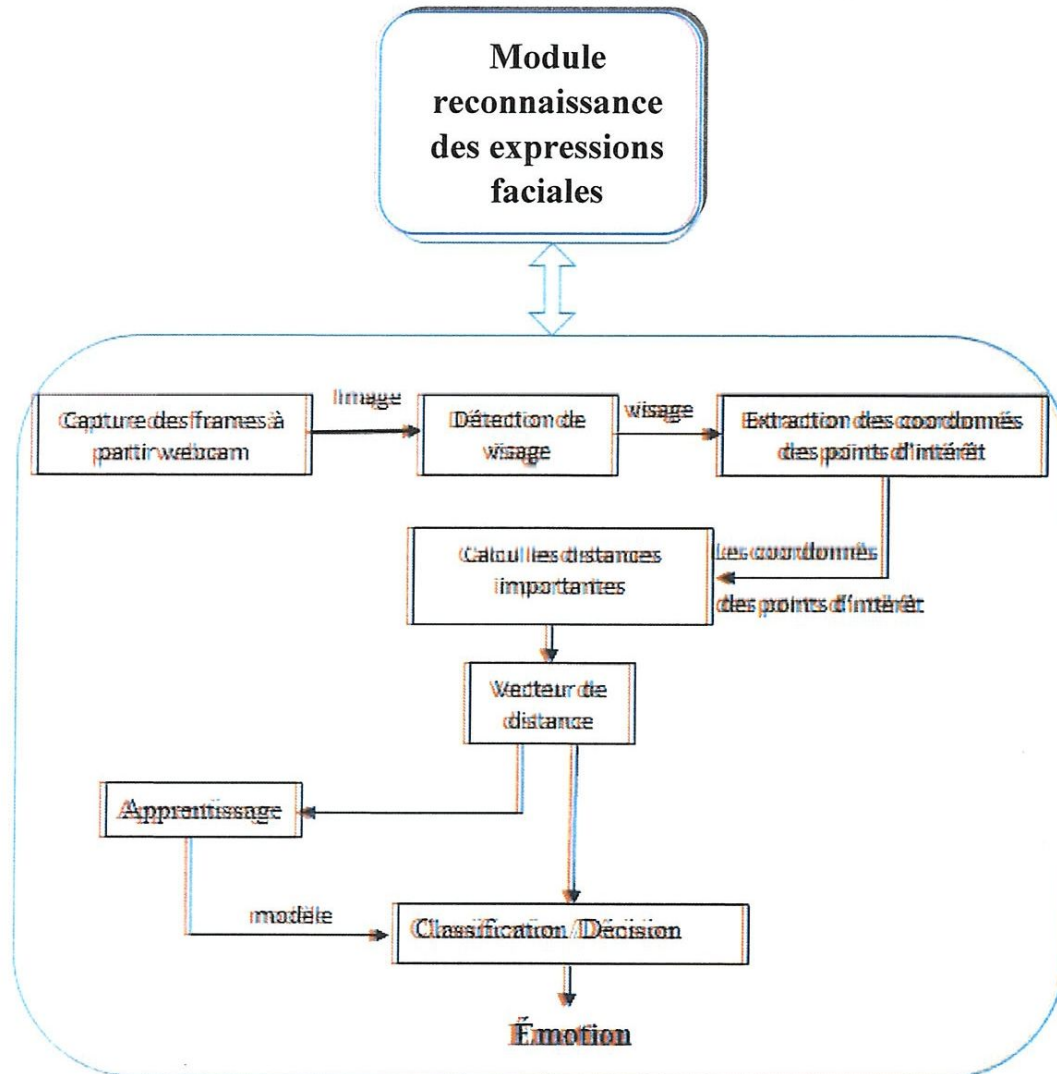


Figure 2.2 : Module de reconnaissance d'expressions faciales.

2.1- Détection de visage :

Cette étape consiste à détecter le visage dans les frames capturés à partir de la webcam.

Chapitre 2 : Conception de système

2.2- Extraction des coordonnées des points caractéristiques :

Dans cette étape, nous nous intéressons à l'extraction des points d'intérêt sur un visage et leurs coordonnées, et pour cela on a sélectionné 18 points sous les indices suivants [W16] :

3, 4, 5, 6, 11, 13, 14, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 45, 46, 49, 54, 55.

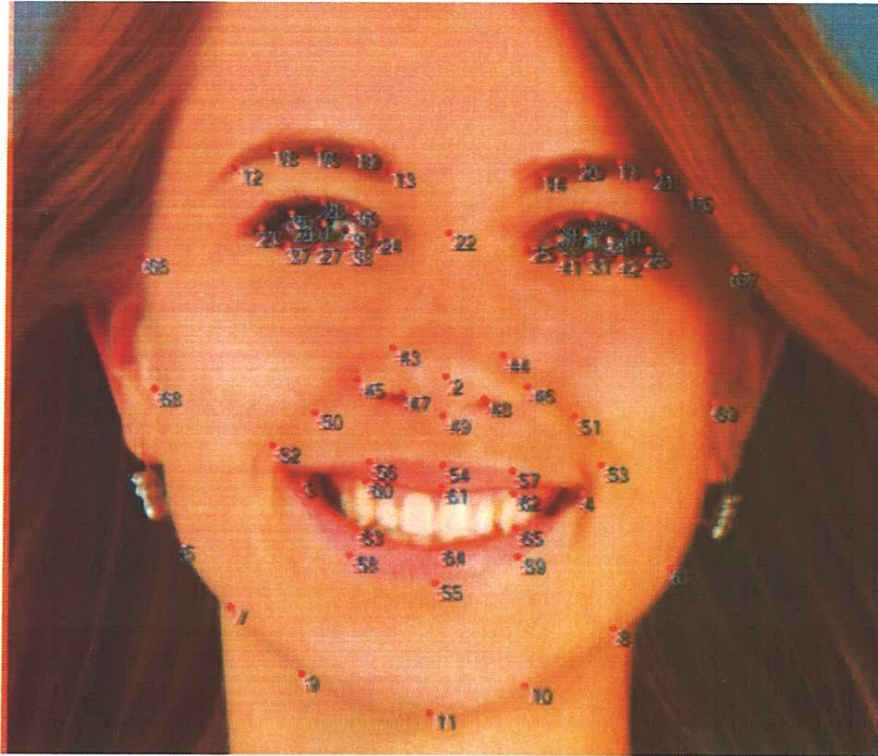


Figure 2.3 : les 70 points du luxand FaceSDK [W16]

Les points	Description
3	Coin droit de la bouche
4	Coin gauche de la bouche
5	Contour droit du visage
6	Contour gauche du visage
11	Bas du menton
13	le coin intérieur de sourcil droit
14	le coin intérieur de sourcil gauche
16	Milieu du sourcil droit
17	Milieu du sourcil gauche
23	Coin externe de l'œil droite

Chapitre 2 : Conception de système

24	Coin interne de l'œil droite
25	Coin interne de l'œil gauche
26	Coin externe de l'œil gauche
45	L'aile droite externe du nez
46	L'aile gauche externe du nez
49	Bas du nez
54	Top de la bouche
55	bas de la bouche

Tableau 2.1 : description des points utilisés.

2.3- Sélection des distances importantes :

On a testé plusieurs distances afin d'obtenir les distances optimales entre les points de contrôles pour l'extraction des émotions comme dans la **Figure 2.3**. On a obtenu comme résultats 30 distances présentées dans les couples des points suivants :

{17,26}, {17,25}, {25,26}, {25,24}, {24,16}, {16,23}, {24,23}, {26,49}, {25,49}, {24,49}, {23,49}, {46,49}, {45,49}, {46,6}, {49,4}, {6,26}, {11,6}, {11,5}, {23,5}, {49,3}, {45,5}, {6,4}, {3,5}, {11,4}, {11,3}, {54,55}, {13,24}, {3,4}, {14,25}, {13,14}.

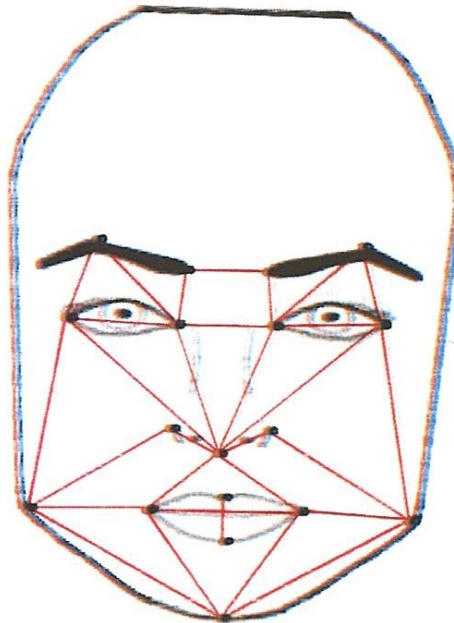


Figure 2.4 : les distances optimales choisies

2.4- Apprentissage :

Pour l'apprentissage, on a choisi le classifieur K-NN « K-Nearest Neighbours » pour la construction du modèle d'apprentissage.

2.5- classification :

On va classer les expressions faciales entrées avec l'utilisation du modèle qu'on a créé, ce modèle sera utilisé pour classer l'image entrée à l'une des sept classes : FE, SA, AN, DI, NE, HA, SU.

➤ **K-NN** : La méthode des k plus proches voisins est une méthode d'apprentissage supervisé. Dans ce cadre, on dispose d'une base de données d'apprentissage constituée de N couples « entrée-sortie ». Pour estimer la sortie associée à une nouvelle entrée x , la méthode des k plus proches voisins consiste à prendre en compte (de façon identique) les k échantillons d'apprentissage dont l'entrée est la plus proche de la nouvelle entrée x , selon une distance à définir. On a implémenté cette méthode en utilisant la fonction IBK intégrée dans la bibliothèque WEKA [W17]

Après la classification de l'image entrée et l'extraction de l'émotion, nous séparons les états positifs « joie, neutre, surprise » à les états négatifs « triste, peur, dégoût, colère ». Ensuite, on va suivre l'état de l'apprenant chaque 15 minutes, en détectant 180 images, une capture toutes les 5 secondes. Si le maximum des états est positif donc l'étudiant va continuer sa session d'apprentissage, sinon le système fait appel au générateur de solutions.

3. Module générateur de solutions :

En collaboration avec les chercheurs Mme HERKAS et M. BEHTANE, des enseignants au département de psychologie à l'université 8 mai 1945 Guelma, ils nous ont proposé deux types de solutions :

3.1- solutions pédagogiques :

On peut synthétiser ces solutions dans ce qui suit :

- Organiser le contenu des cours « résumé, schématiser, animer le contenu, faciliter... »
- Il faut que le thème étudié à une relation plus ou moins directe avec certains intérêts de l'étudiant.

Chapitre 2 : Conception de système

- Adapter le contenu ou le style du cours sur plusieurs niveaux.

3.2- solutions psychologiques :

On peut synthétiser ces solutions dans ce qui suit :

- Encourager l'apprenant et développer la confiance.
- Guider et orienter l'apprenant.
- Respiration profonde avec une technique méditative « ou autrement exercice de relaxation ».

Et ce dernier c'est la solution qu'on va l'utilisée comme solution parce que nous ne connaissons pas réellement les causes de l'émotion négative de l'apprenant et autrement cette solution a une capacité de :

- ✓ Rééquilibrage de système nerveux.
- ✓ Réorganisation de la pensée.
- ✓ Réduits le stress.
- ✓ Augmenter la concentration.
- ✓ Diminuer la fatigue.
- ✓ Améliorer l'humeur.
- ✓ Diminuer les douleurs physiques et les tensions musculaires.

3.3- Les étapes de la solution (exercice de relaxation) :

La relaxation est l'une des méthodes les plus efficaces et les plus accessibles afin de réduire le stress et la fatigue physique et mentale. On peut résumer les étapes de l'exercice de relaxation dans ce qui suit :

1. Respiration :
 - i. **Bouche fermée, inspirez par le nez 2-3 secondes.**
 - ii. **Bouche fermée, gardez l'air pendant 2-3 secondes.**
 - iii. **Expirez par la bouche 4-5 secondes.**
2. Choisissez un environnement calme, pas trop froid, ni trop chaud.
3. Habillez-vous confortablement, avec des vêtements amples et enlève tes chaussures
4. Assois-Toi sur une surface confortable.
5. Relâchement des muscles.

Chapitre 2 : Conception de système

6. Penser positivement.
7. Fermer les yeux avec la respiration.

4. Plateforme d'apprentissage :

On va présenter la plateforme d'apprentissage « *Figure 2.3* » qu'est composé de :

- Un espace pour l'administrateur.
- Un espace pour les enseignants.
- Un espace pour les apprenants.
- Un espace pour les tuteurs.

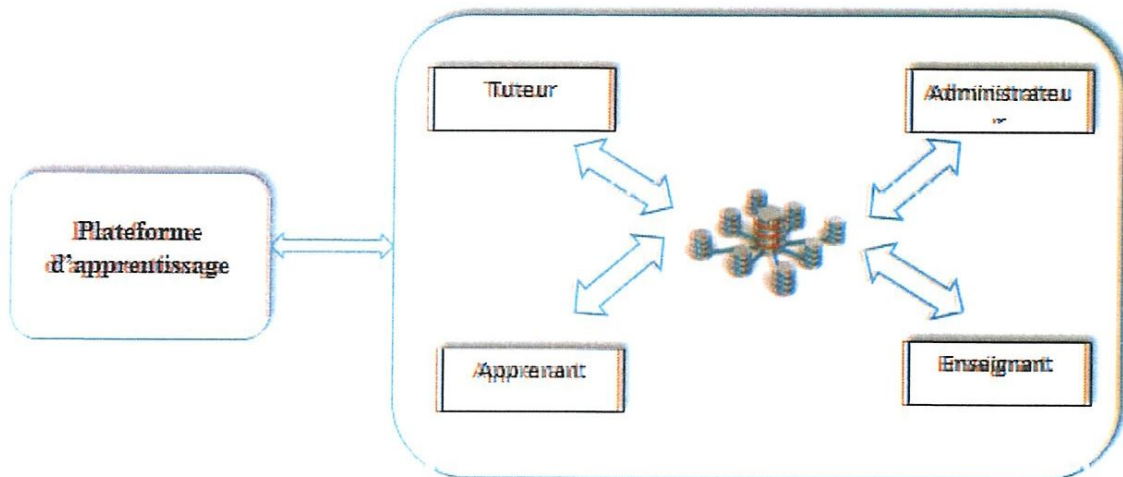


Figure 2.5 : La plateforme d'apprentissage.

4.1- Les acteurs du système :

Les activités des 4 acteurs principaux :

Administrateur : il peut

- ✓ Accéder à son espace.
- ✓ Valider des comptes des autres acteurs.
- ✓ Gestion des comptes.
- ✓ Suivre les acteurs.
- ✓ Maintenance des données.

Enseignant : il peut

- ✓ Créer son propre compte.
- ✓ Accéder à son espace.

Chapitre 2 : Conception de système

- ✓ Ajouter des cours et des exercices et les notes aux étudiants.

Étudiant : il peut :

- ✓ Créer son propre compte.
- ✓ Accéder à son espace.
- ✓ Télécharger et consulter ses différents cours et exercice.

Tuteur : il peut :

- ✓ Accéder à son espace.
- ✓ Consulter les résultats d'émotions des étudiants.
- ✓ Proposer des solutions.

4.2- Structure de la base de données :

Table	attributs	type	Identifiant
Admin	Pseudo mdp	VARCHAR(30) VARCHAR (30)	<u>Pseudo</u>
Etudiant	id_etud pscudo mdp nom prenom date_naissance sexe	Int VARCHAR(30) VARCHAR (30) VARCHAR (20) VARCHAR (20) Date VARCHAR (10)	id_etud
Files	files_id nom_files chemain module	Int VARCHAR (20) VARCHAR (20) VARCHAR (20)	<u>files_id</u>
Files2	files_id nom_files chemain module	Int VARCHAR (20) VARCHAR (20) VARCHAR (20)	<u>files_id</u>

Chapitre 2 : Conception de système

Message	message_id Recever_id content date_sended sended_id receiver sended_name message_status	Int Int VARCHAR (20) Date VARCHAR (10) VARCHAR (10) VARCHAR (10) VARCHAR (10)	<u>message_id</u>
Tuteur	id_T pseudo mdp_T nom_T prenom_T date_naissance_T sexe_T	Int VARCHAR(30) VARCHAR (30) VARCHAR(10) Date Date VARCHAR (10)	<u>id_T</u>
Enseignant	id_ens pseudo mdp_ens nom_ens prenom_ens date_naissance_ens sexe_ens	Int VARCHAR(30) VARCHAR (30) VARCHAR (20) VARCHAR (20) Date VARCHAR (10)	<u>id_ens</u>

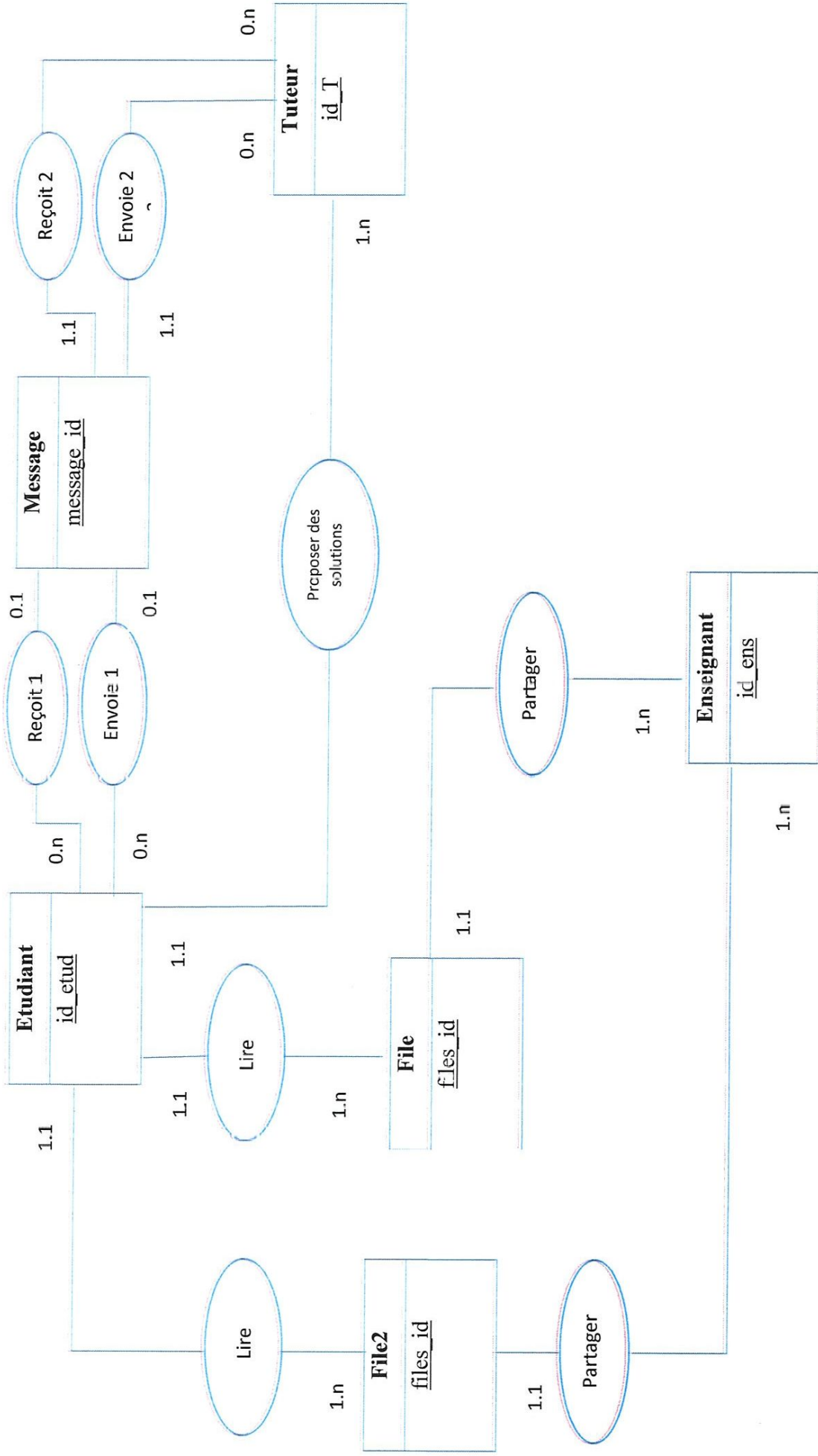
Tableau 2.2 : Structure de la base de données

4.3- Représentation du MCD :

Ce modèle analyse les relations entre les entités. C'est une représentation des données, facilement compréhensibles, permettant de décrire le système d'information à l'aide de ses entités :

La **Figure 2.6** : représente le modèle conceptuel de données :

Chapitre 2 : Conception de système



Chapitre 2 : Conception de système

En fin on peut représenter notre système dans un schéma général de système « *Figure 2.5* » :

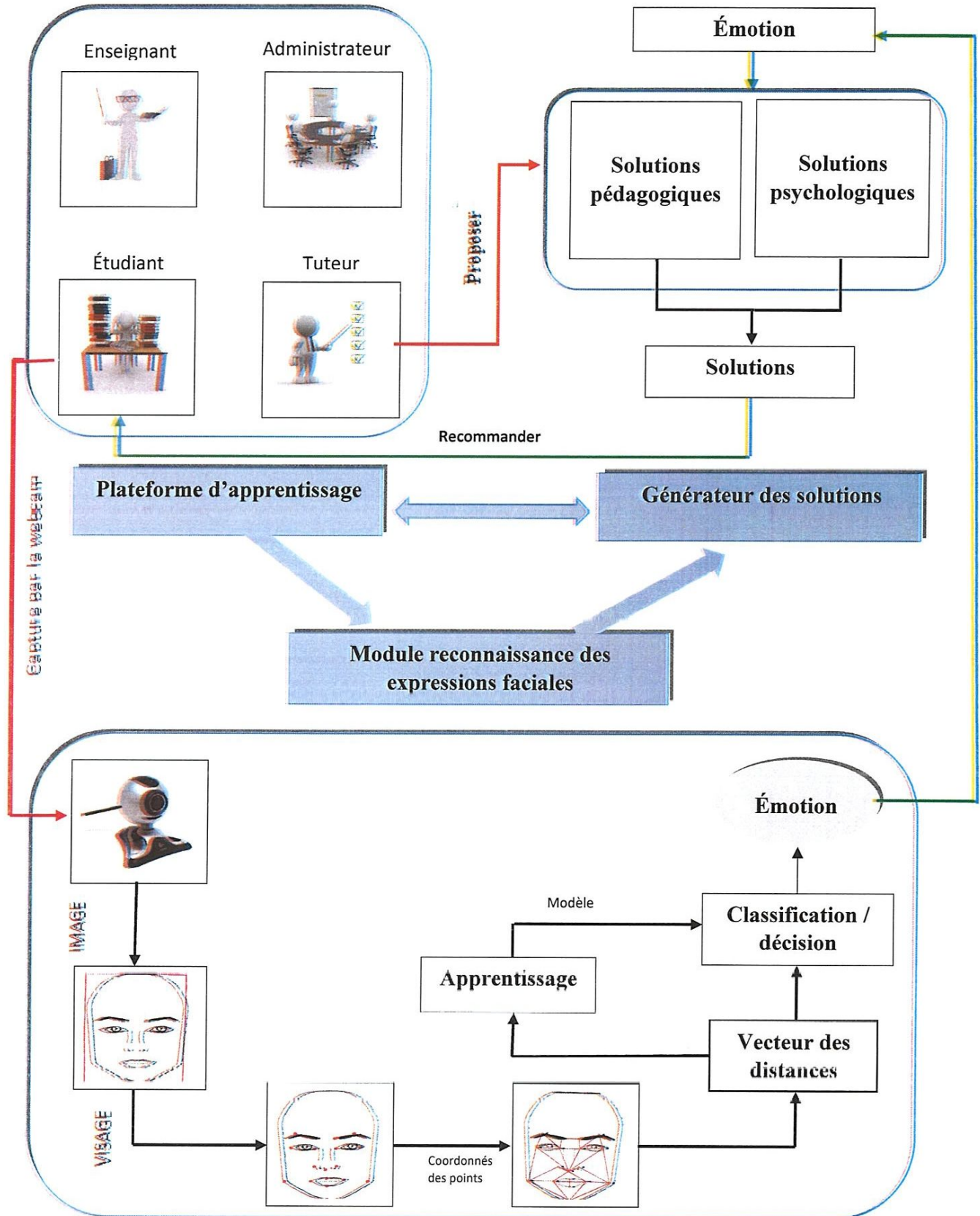


Figure 2.7 : Architecture globale du système.

Chapitre 2 : Conception de système

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini l'architecture générale de notre système et les fonctionnalités offertes aux quatre acteurs existant ainsi le détail de chaque partie du système : module émotion, générateur de solutions, et le site web.

Avec cette conception, on peut implémenter notre système qu'on va le détailler dans le chapitre suivant.

Chapitre 3:
Implémentation et
Résultats
expérimentaux

Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter les étapes de l'implémentation de l'approche proposée dans le cadre d'un système d'apprentissage adapté aux émotions de l'apprenant. On commence par la présentation des ressources, langages et l'environnement de développement utilisé. Puis, on explique comment les utilisateurs (acteurs) peuvent accéder au système par une description des rôles de chacun d'eux et on termine par les tests effectués.

Ce chapitre est composé de deux parties, l'implémentation du système et les résultats expérimentaux des tests.

1. Implémentation du système :

1.1- L'environnement et ressources matériels :

L'environnement de base qui a constitué le support de notre travail est le système d'exploitation Windows 7 qui permet d'utiliser les outils de programmation d'une manière facile sous un ordinateur portable dont les caractéristiques sont décrites dans la *Figure 3.1* :

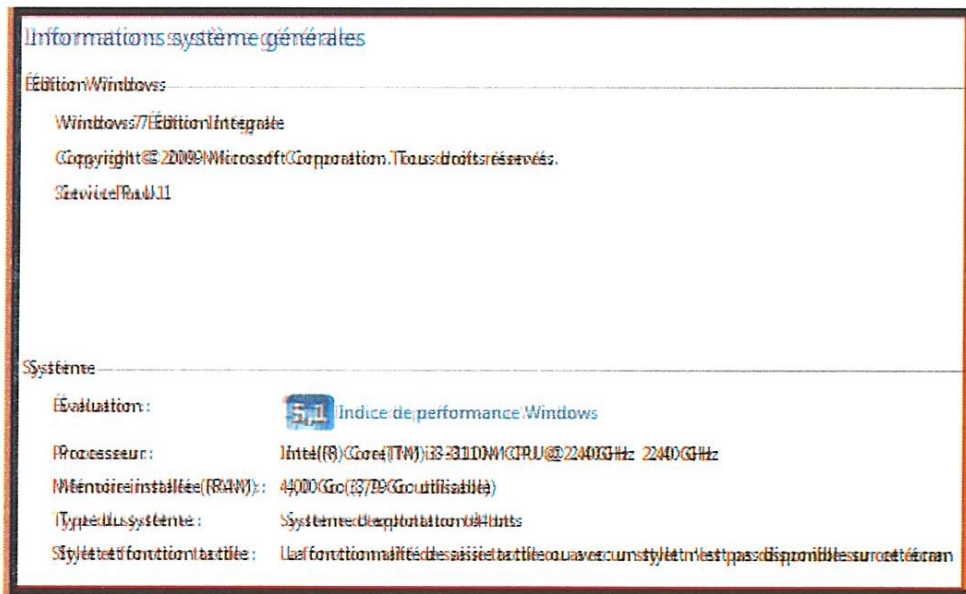


Figure 3.1 : système d'exploitation utilisé

Vu que notre objectif est d'étudier les expressions faciales donc on a besoin d'un outil d'acquisition où on a utilisé la webcam intégrée dans l'ordinateur, les caractéristiques de cette webcam sont décrites dans la *Figure 3.2* :

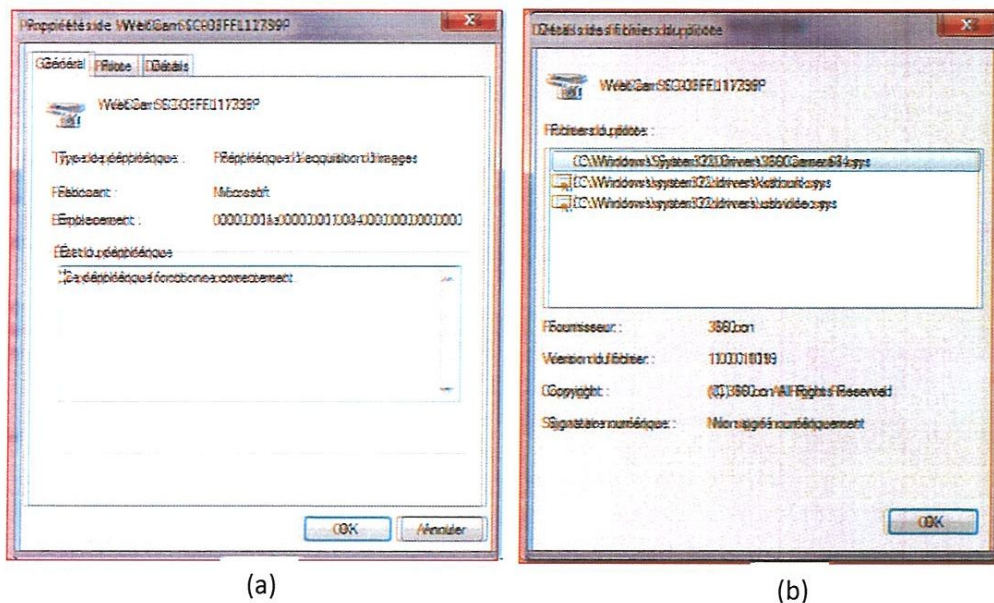


Figure 3.2 : la webcam qu'on va l'utilisé, (a) : propriétés, (b) : détails.

1.2- langages de programmation utilisés :

Lors de l'implémentation de ce système, on a utilisé plusieurs langages et logiciels :

- ✓ Eclipse
- ✓ JAVA
- ✓ Dreamweaver
- ✓ Easy PHP

1.2.1- Environnement de développement Eclipse :

Eclipse IDE est un environnement de développement intégré libre (le terme Eclipse désigne également le projet correspondant, lancé par IBM) extensible, universel et polyvalent, permettant de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Eclipse IDE est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM), et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifiques, est également utilisé pour écrire des extensions.

La spécificité d'Eclipse IDE vient du fait de son architecture totalement développée autour de la notion de plugin (en conformité avec la norme OSGi) : toutes les fonctionnalités de cet atelier logiciel sont développées en tant que plug-in.

Plusieurs logiciels commerciaux sont basés sur ce logiciel libre, par exemple *IBM Lotus Notes 8*, *IBM Symphony* ou *WebSphere Studio Application Développer*.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

La *Figure 3.3* présente la fenêtre de démarrage d'Eclipse IDE

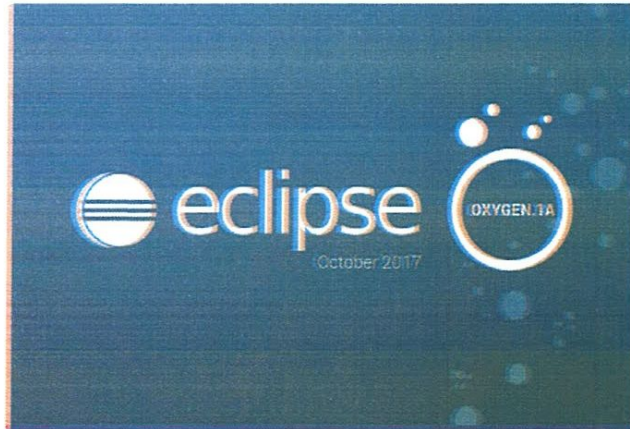


Figure 3.3 : Fenêtre de démarrage d'Eclipse.

Les points forts d'Eclipse :

Eclipse possède de nombreux points forts qui sont à l'origine de son énorme succès dont les principaux sont :

- Une plateforme ouverte pour le développement d'applications et extensible grâce à un mécanisme de plug-ins.
- Plusieurs versions d'un même plug-in peuvent cohabiter sur une même plateforme.
- Un support multi langage grâce à des plug-ins dédiés : Cobol, C, PHP, C#, ...
- Support de plusieurs plateformes d'exécution : Windows, Linux, Mac OS X, ...
- Eclipse est très rapide à l'exécution grâce à l'utilisation de la bibliothèque SWT.
- Les nombreuses fonctionnalités de développement proposées par le JDT (refactoring très puissant, complétion de code, nombreux assistants ...).
- Une ergonomie entièrement configurable qui propose selon les activités à réaliser différentes « perspectives ».
- La construction incrémentale des projets java grâce à son propre compilateur qui permet en plus de compiler le code même avec des erreurs, de générer des messages d'erreurs personnalisés, et de mettre en œuvre le scrapbook (permet des tests de code à la volée).
- Une exécution des applications dans une JVM dédiée sélectionnable avec possibilité d'utiliser un débogueur complet.
- Propose le nécessaire pour développer de nouveaux plug-ins.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

- Possibilité d'utiliser des outils open source et de différentes bibliothèques : Open CV, jna, FaceSDK, WEKA.

Bibliothèques utilisées :

- OpenCV.jar : “Open Source Computer Vision Library “ est une bibliothèque proposant un ensemble de plus de 2500 algorithmes de vision par ordinateur spécialisé dans le traitement d'images en temps réel, accessible au travers d'API pour les langages C, C++, et Python. Elle est distribuée sous une licence BSD (libre) pour les plateformes Windows, GNU/Linux, Android et MacOS [W18], on a utilisé cette bibliothèque pour l'extraction de la vidéo à partir webcam.
- FaceSDK.jar : est un kit de développement de logiciel qui permet d'ajouter des fonctionnalités de reconnaissance faciale à nos ordinateurs de bureau et les applications web. Compatible avec les applications 32 et 64 bits dans plusieurs plateformes (Windows, Mac et Linux) FaceSDK permet d'utiliser la technologie de reconnaissance faciale qu'on a besoin dans notre module, de sorte que nous pouvons développer des applications pour authentifier les utilisateurs à travers les webcams, trouver des visages correspondants sur plusieurs images, reconnaître les gens dans les éditeurs graphiques ou créer des morphings et effets d'animation. Ce SDK inclut plusieurs échantillons dans différents langages de programmation (Microsoft Visual C++, C#, Visual Basic, Java et plus) à des fins de test, ainsi que d'une démo pour tester toutes les possibilités du SDK tout de suite. [W19]
- Weka.jar : est un ensemble d'algorithmes d'apprentissage automatique pour les tâches d'exploration de données. Les algorithmes peuvent être appliqués directement à un ensemble de données ou appelés à partir d'un code Java. Weka contient des outils pour le prétraitement des données, la classification, cluster et les règles d'association et la visualisation. Il est également bien adapté au développement de nouveaux schémas d'apprentissage. [W20]

1.2.2- JAVA :

JAVA est un langage de programmation développé par Sun Micro system. Le système java comporte plusieurs parties : un environnement, le langage, les interfaces de programmation d'application, et diverses bibliothèques de classe.

Java a réussi à intéresser beaucoup de développeur à travers le monde, sa réputation est due aux principaux avantages suivant :

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

1. C'est un langage orienté objet dérivé du c, mais plus simple que c++.
2. Il est multi plateforme : tous les programmes tournent sans modification sur toutes les plateformes ou existe java.

Il est doté en standard d'une riche bibliothèque de classes, comprenant la gestion des interfaces graphiques (fenêtres, boîte de dialogue, contrôles, menus...), la programmation multithreads (multitâches), la gestion des exceptions, les accès aux fichiers et au réseau (notamment Internet),...etc.

1.2.3- Dreamweaver :

Dreamweaver est un éditeur de site web WYSIWYG pour Microsoft Windows, et Mac OS X créée en 1997, commercialisé par Macromedia puis Adobe Systems sous licence utilisateur final.

Dreamweaver fut l'un des premiers éditeurs HTML de type « tel affichage, tel résultat », mais également l'un des premiers à intégrer un gestionnaire de site (Cyber Studio Go Live étant le premier). Ces innovations l'imposèrent rapidement comme l'un des principaux éditeurs de site web, aussi bien utilisable par le néophyte que par le professionnel. [W21]



Figure 3.4 : version de Dreamweaver utilisé.

1.2.4- Easy PHP :

Easy PHP fut le premier package WAMP à voir le jour (1999). Il s'agit d'une plateforme de développement Web, permettant de faire fonctionner localement (sans se connecter à un serveur externe) des scripts PHP. Easy PHP n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (un serveur web Apache et un serveur de bases de données MySQL), un interpréteur de script (PHP), ainsi qu'une administration SQL phpMyAdmin. Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer les alias (dossiers virtuels disponibles sous Apache), et le démarrage/arrêt des serveurs.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

On a utilisé EasyPHP à cause de ses fonctionnalités :

- Détection automatique du répertoire d'installation en fonction des droits de l'utilisateur.
- Détection automatique des ports disponibles.
- Gestion des composants : plusieurs versions de PHP (ou plusieurs fois la même) peuvent être installées.
- Possibilité de basculer d'une version de PHP à une autre en un clic.
- PHP configuration Manager (max execution time, error reporting, upload max filesize...).
- MySQL configuration Manager (storage engine : InnoDB/MyISAM...).
- Apache configuration Manager (timezone, available ports...).
- Alias Manager (ajout/suppression).
- Virtual Hosts Manager (ajout/suppression/activation/désactivation).

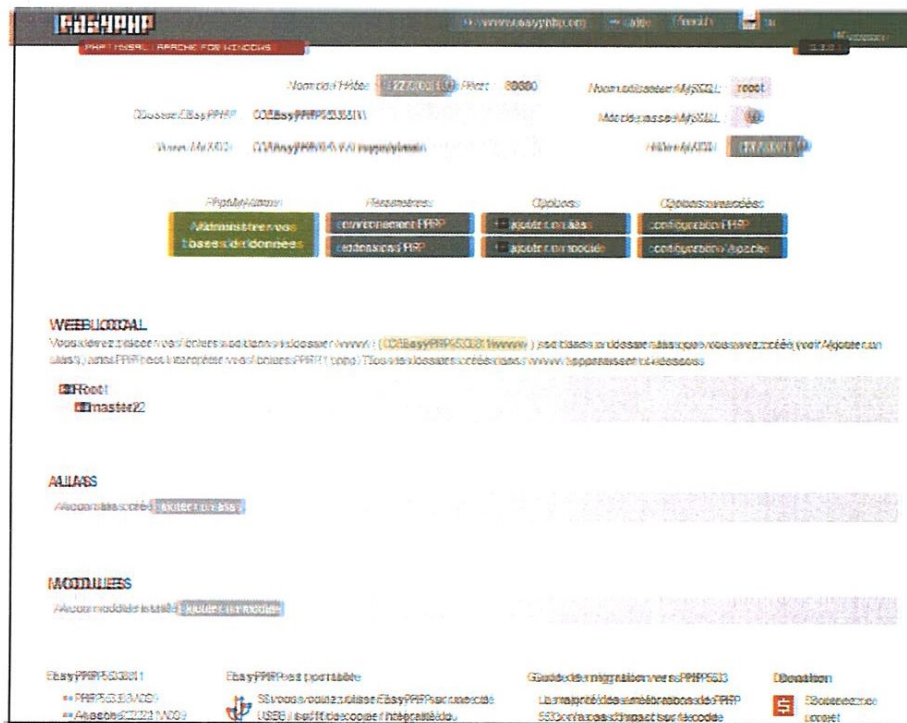


Figure 3.5 : présentation de l'index d'administration d'EasyPHP.

1.3-Structure du système :

Le système implémenté de notre approche est composé des modules ou éléments suivants :

- 1- Une plateforme d'apprentissage.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

- 2- Un module dédié à la reconnaissance des expressions faciales :
- 3- Un générateur de solution.

1.3.1- Plateforme d'apprentissage :

Las classes PHP les plus importantes dans notre plateforme d'apprentissage sont :

- ❖ Pour l'interface principale de la plateforme :
 - Index.php : l'interface principale de l'application.
- ❖ Pour l'espace d'étudiant :
 - Inscription_etudiant.php : page de l'inscription des étudiants.
 - Espace_etudiant.php : page de la connexion des étudiants.
 - Etudiant_index.php : l'interface des pages de l'espace étudiant dans lesquelles l'étudiant peut lire et/ou télécharger des cours, aussi il peut envoyer des messages.
- ❖ Pour l'espace d'enseignant :
 - Inscription_enseignant.php : page de l'inscription des enseignants.
 - Espace_ense.php : page de la connexion des enseignants.
 - Enseignant_index.php : l'interface des pages de l'espace enseignant dans lesquelles l'enseignant peut partager les cours, des exercices, ...
- ❖ Pour l'espace d'administrateur :
 - Espace_admin.php : page de la connexion de l'administrateur.
 - Admin_index.php : l'interface principale des pages de l'espace de l'administrateur dans lesquelles l'administrateur peut voir et supprimer des éléments de la : liste des enseignants, liste des étudiants,.....
- ❖ Pour l'espace Tuteur :
 - Espace_tuteur.php : page de la connexion du tuteur.
 - Tuteur_index.php : l'interface principale du tuteur dans lesquelles le tuteur peut voir la liste des étudiants et les envoyer des messages, ainsi suivre l'état émotionnel d'étudiant.

1.3.2- Application pour la reconnaissance des expressions faciales :

On a développé ce module en java, les méthodes les plus importantes qu'on a utilisés est comme la suit :

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

- Package : **pkg** → class : **main_test_BDD** :
- méthode **listeDistance** : On a créé cette méthode pour l'extraction des coordonnées des points d'intérêts et calcule des distances importantes.

- class : **main_test_BDD** : on a utilisé cette class pour la construction du modèle avec le classifieur IBK, et le sauvegarder dans notre projet java. (Voir La *Figure 3.6*)

```
public class Main_test_BDD {  
  
    public static void main(String[] args) throws Exception {  
  
        System.loadLibrary("Core NATIVE LIBRARY NAME");  
        FFSKK_AttributeLibrary(Params KEY);  
        FFSKK_IDinitialize();  
        FFSKK_SetFaceDetectionParameters(true, false, 3004);  
        FFSKK_SetFaceDetectionTimeslot(5);  
        File dossier = new File(Params.FOLDER_IMG);  
        ArrayList<Attribute> attributes = new ArrayList<Attribute>();  
        ArrayList<String> classVail = new ArrayList<String>();  
        classVail.add("M");  
        classVail.add("D");  
        classVail.add("T");  
        classVail.add("H");  
        classVail.add("E");  
        classVail.add("S");  
        classVail.add("L");  
        for (int i=0; i<classVail.size(); i++) attributes.add(new Attribute("D"+(i+1))  
        attributes.add(new Attribute("D0" + classVail.get(i) + " " + classVail.get(i+1))
```

Figure 3.6: la class main_test_BDD

- Package : **traitement1** → class : **main** : cette classe c'est la class main de notre application.
- Package : **traitement1** → class : **VideoCap** :
- méthode **listeDistance** : On a créé cette méthode pour l'extraction de la vidéo à partir webcam.
- l'package : **traitement1** → class : **l'acc** :
- méthode **Run** : On a créé cette méthode pour lire le modèle qu'on a créé précédemment.
- méthode **Detect** : On a créé cette méthode pour le calcul des distance importante dans l'image capturé et le classifier avec l'utilisation du modèle.

1.3.3- Application pour générateur des solutions :

On a développé ce module en java, la méthode qu'on a utilisée est :

- Package : **traitement1** → class : **Face** :
- méthode **Run2** : On a créé cette méthode pour appliquer la solution psychologique qu'on a proposée dans les cas des difficultés. (Voir la *Figure 3.7*)

```

public void run2() {
    System.out.println("??");
    while ( (currentTime <= endTime) ) {

        try {
            detect();
        } catch (Exception e) {
            // TODO Auto-generated catch block
            e.printStackTrace();
        }
    } // end 10 min

    if (timePas <= timeLeg) {
        timePas = 0;
        timeLeg = 0;
        startSem = System.currentTimeMillis();
        endTime = startSem + 600000;

        int dialogResult = JOptionPane.showDialog(null,
            "Médité, tu ne peux pas continuer",
            "SWP suit les étapes suivantes: ",
            JOptionPane.DEFAULT_OPTION);
    }
}

```

Figure 3.7 : méthode run2 pour appliquer la solution psychologique

Et on peut écrire un algorithme pour appliquer notre solution dans le cas des difficultés. (Voir *algorithme1*)

```

algorithme1 : générateur des solutions

1 : While (apprenant en-ligne) do
2 :   temps= durée_de_l'étudiant_en_ligne ;
2 :   var nbr_pos=0 ; //nombre des états émotionnels positifs.
3 :   var nbr_neg=0 ; // nombre des états émotionnels négatifs.
4 :   While (temps<10 min) do
5 :     repeat <reconnaissance des expressions faciales>= état ; //chaque 5 sec
6 :       if (état==joie ou état==neutre ou état==surprise) then
7 :         nbr_pos++ ;
8 :       else nbr_neg++ ;
9 :     end While
10 :    if ( temps= 10 min) then
11 :      temps==0;
12 :      if ( nbr_pos > nbr_neg ) then
13 :        nbr_pos==0 ; nbr_neg==0 ;
14 :        < retour à la ligne 4 > ;
15 :      else nbr_pos==0 ; nbr_neg==0 ;
16 :        begin
17 :          <GENERATEUR DES SOLUTIONS>
18 :          begin <SOLUTION PSYCHOLOGIQUE> = SP (exercice de relaxation)
19 :            if (apprenant accepté SP) then
20 :              < retour à la ligne 4 > ;
21 :            else
22 :              begin <SOLUTION PEDAGOGIQUE>= SD (adaptation pédagogique)
23 :                if (apprenant accepté SD) then
24 :                  < retour à la ligne 4 > ;
25 :                else MESSAGE= « contacter votre tuteur » ;
26 :              end ;
27 :            end ;
28 :          end ;
19 : end while

```

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

2. Résultats expérimentaux :

Dans cette partie, nous nous intéressons à la présentation des interfaces et les résultats d'exécution de notre approche développée.

La figure suivante (voir la **Figure 3.8**) représente l'interface principale de notre projet :



Figure 3.8 : page d'accueil du système

On appuyant sur le bouton de démarrage (Start), cela nous permet d'accéder à la page d'accueil de la plateforme d'apprentissage (voir la **figure 3.9**).

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux



Figure 3.9 : interface d'accueil de notre plateforme

Dans la barre de menu, en appuyant sur les liens :

- ✓ Inscription : on peut s'inscrire
 - Comme étudiant.
 - Comme enseignant.
- ✓ Se connecter : on peut se connecter
 - Comme étudiant.
 - Comme enseignant.
 - Comme tuteur.
 - Comme administrateur.
- ✓ Prendre des informations sur les niveaux licence et master
- ✓ Plus :
 - Help.
 - À-propos.
 - Objectif.
 - Université.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

2.1- les plus :

2.1.1- Help :

Cette page permet d'afficher le guide de manipulation de chaque espace, comme c'est montré dans la *figure 3.10* :

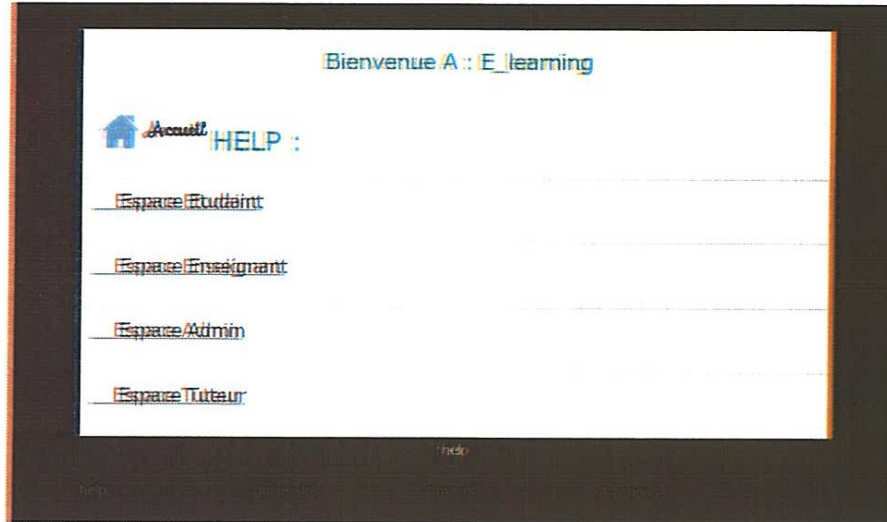


Figure 3.10 : La page principale de Help.

2.1.2- Université :

Cette page présente un aperçu sur notre université et le département d'informatique.

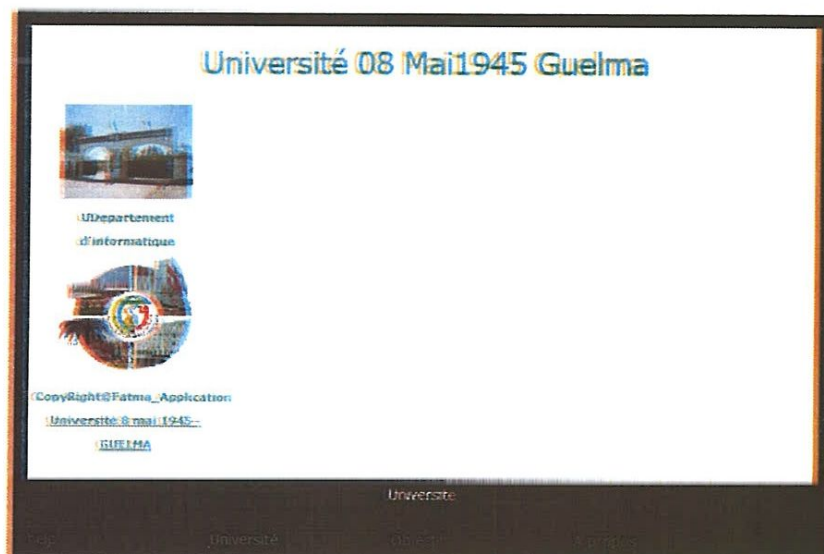


Figure 3.11 : page d'université.

2.1.3- Objectif :

Elle présente l'objectif de notre plateforme d'apprentissage à base émotion :

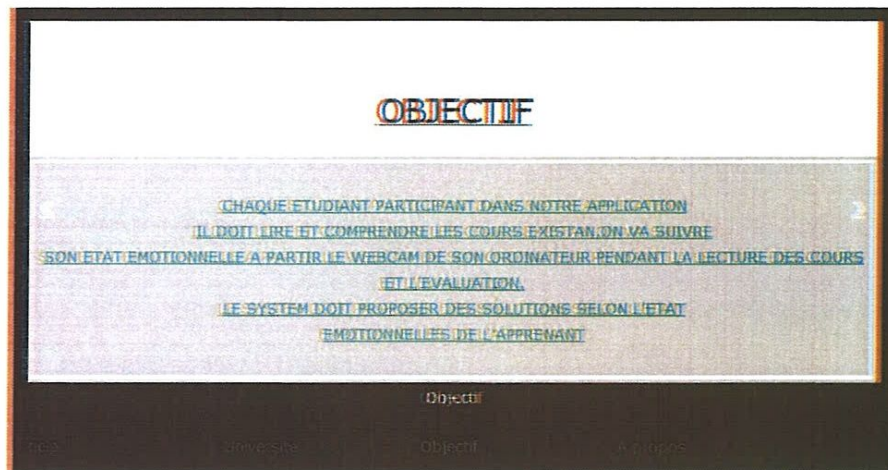


Figure 3.12 : page d'objectif.

2.1.4- À-propos :

Cette page présente la personne qui a réalisé ce système sous l'encadrement de Monsieur **Kouahla** :

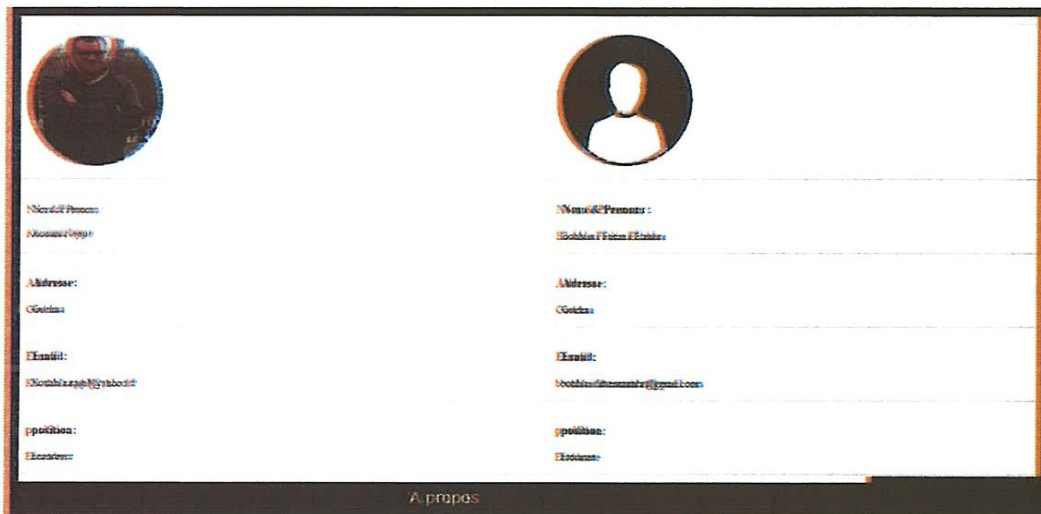


Figure 3.13 : Interface d'À-propos.

2.2- Les espace du système :

Notre système est composé de 4 acteurs :

2.2.1. Espace d'Administration :

L'administrateur peut se connecter avec son mail et son mot de passe pour y'accéder à son espace (voir la **Figure 3.14**) :

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux



Figure 3.14 : espace administration

Dans son espace, l'administrateur peut :

- 1- Voir la liste des étudiants (voir la **Figure 3.15**)
- 2- Retour à la page d'accueil
- 3- Se Déconnecter



Voir La Liste Des Etudiants :

ID	Nom	Prénom	Date de naissance	sexe	Mail	Mot de passe	Supprimer
1	Bouhllassi	Fatima	1992-02-05	Femme	etudiant@gmail.com	1234	Supprimer
2	dirabssia	roumia	1992-06-21	Femme	etudiant@gmail.com	1234	Supprimer

Figure 3.15 : liste des étudiants dans l'espace d'administration

- 4- Voir la liste des enseignants (voir la **Figure 3.16**)



Voir La Liste Des Enseignant:

ID	Nom	Prénom	Date de naissance	sexe	Mail	Mot de passe	Modifier	Supprimer
1	Konallila	radjib	1979-01-01	Homme	enseignant@gmail.com	1234	Modifier	Supprimer

Figure 3.16 : liste des enseignants dans l'espace d'administration

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

- 5- Voir la liste des cours des différents niveaux master1 et master2 (voir la **Figure 3.17**) :



Figure 3.17 : liste des cours dans l'espace d'administration (a) : Master1, (b) : Master2.

2.2.2. Espace d'Enseignant :

L'enseignant peut inscrire et/ou se connecter avec son mail et son mot de passe pour y accéder à son espace (voir la **Figure 3.18**) :

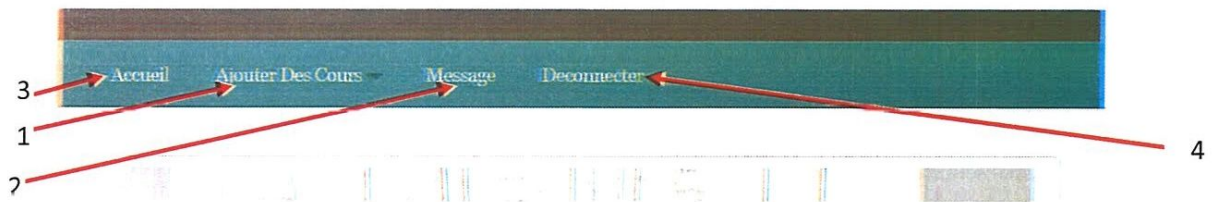


Figure 3.18 : espace enseignant.

Dans son espace, l'enseignant peut :

- 1- Ajouter des cours aux niveaux master1 et master2 (voir la **Figure 3.19**)
- 2- Envoyer des messages aux étudiants.
- 3- Revenir à la page d'accueil.
- 4- Se déconnecter.



Figure 3.19 : Ajouter une cour dans l'espace enseignant, (a) : au Master1, (b) : au Master2

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

2.2.3. Espace d'Étudiant :

L'étudiant peut inscribes (voir la *Figure 3.20*) et/ou se connecter (voir la *Figure 3.21*) avec son mail et son mot de passe pour y'accéder à son espace (voir la *Figure 3.22*) :



Figure 3.20 : page de l'inscription de l'étudiant.



Figure 3.21 : page de se connecter de l'étudiant.

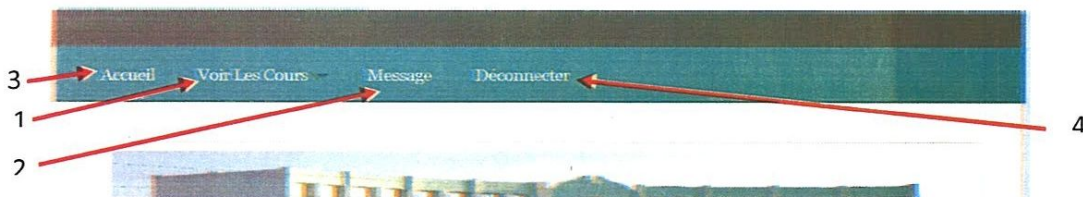


Figure 3.22 : espace étudiant.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

Dans son espace, l'étudiant peut :

- 1- Lire et/ou télécharger des cours aux niveaux master1 et master2 (voir la **Figure 3.23**).
- 2- Envoyer/reçois des messages du tuteur et enseignant.
- 3- Revenir à la page d'accueil.
- 4- Se déconnecter)



Figure 3.23 : lire et télécharger les cours dans l'espace étudiant, (a) Master1, (b) Master2

2.2.4. Espace de Tuteur :

Le Tuteur peut se connecter avec son mail et son mot de passe pour y accéder à son espace (voir la **Figure 3.24**)

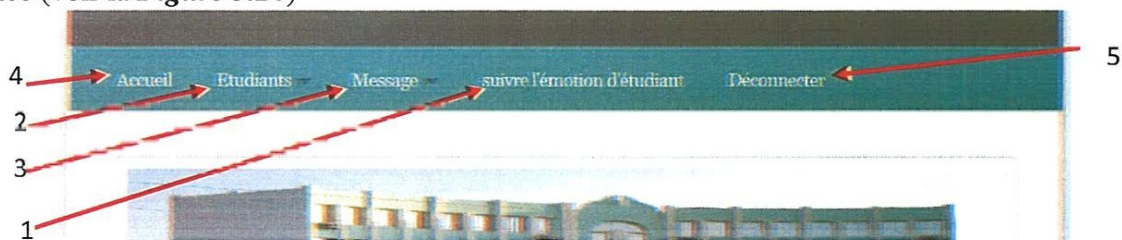


Figure 3.24 : espace Tuteur

Dans son espace, le Tuteur peut :

- 1- Suivre l'émotion de l'apprenant et le proposer ou recommander des solutions psychologiques.
- 2- Voir la liste des étudiants,
- 3- Envoyer des messages aux étudiants
- 4- Revenir à la page d'accueil.
- 5- Se déconnecter.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

2.3- Application de la reconnaissance des expressions faciales et solution psychologique :

Pour démarrer l'application de la reconnaissance des expressions faciales, l'étudiant doit être connecté, le tuteur va suivre l'état de l'apprenant et lui proposer une solution psychologique dans les cas des difficultés.



Figure 3.25 : L'interface de l'application de la reconnaissance des expressions faciales

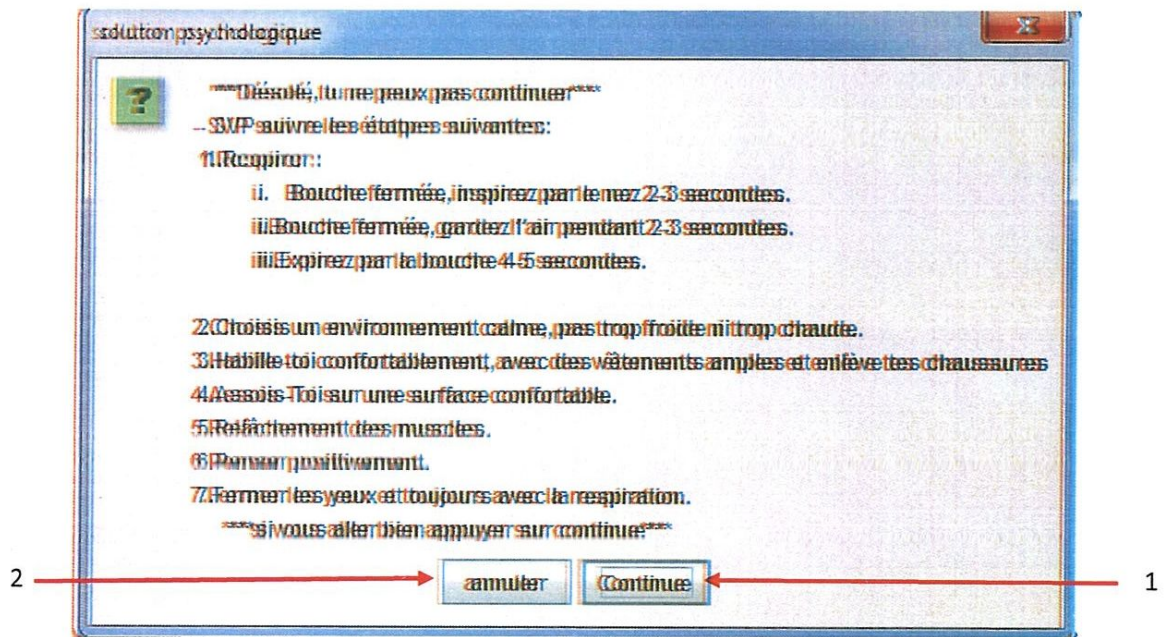


Figure 3.26 : L'interface du générateur des solutions

Si l'étudiant va appuyer sur (1) donc il veut continuer sur sa session apprentissage, sinon s'il clique sur (2) on va lui proposer une solution pédagogique « adaptation de cours » (Figure 3.27).

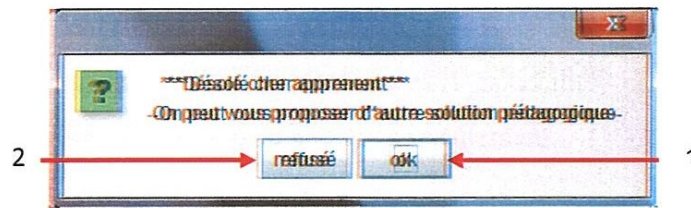


Figure 3.27 : demande le passage à la solution pédagogique

Si l'étudiant va appuyer sur (1) donc il veut continuer sur sa session apprentissage, sinon s'il appuie sur (2) on va le recommander de prendre contact avec son tuteur (Figure 3.28).

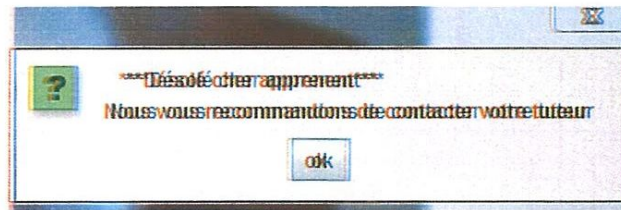


Figure 3.28 : l'interface affichée dans le cas où l'étudiant refuse la solution pédagogique

3. Les Tests :

Nous arrivons à la phase la plus importante dans notre projet celle des tests expérimentaux dont l'objectif est de valider la conception proposée, mais avant de passer aux tests finals de l'approche on doit valider en premier temps le module de la reconnaissance d'expressions faciales.

3.1 Test du module reconnaissance des expressions faciales :

Cette validation est faite sur deux types de données : une base de données japonaise JAFEE, et une base de données réelle créée au sein de notre département.

3.1.1 La base des images JAFEE :

La base JAFEE (the Japanese Female Facial Expression) contient 213 images de 7 expressions faciales (6 expressions faciales + 1 neutre) posées par les 10 modèles féminins japonais. La base de données a été planifiée et assemblée par Michael Lyons, Miyuki Kanauchi, et Jiro Oyoba. Les photos ont été prises au département de psychologie de l'université de Kyushu, Japon. [W22]

3.1.2 Une base des données réelles :

On a créé une base d'images contient 168 images de 7 expressions faciales (6 expressions faciales + l'état neutre) posées par 8 personnes (5 filles et 3 garçons), on a choisi trois images

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

3.2.1 Test de l'approche avec le générateur des solutions :

➤ Étudiant 1 :

Durée/Em étudiant	0 -10 min		Test	10-20 min		Test 12 min	32- 40 min	
	Emotion	type		émotion	type		émotion	type
- Etudiant1	HA : 19	(+) :67	Non	HA : 15	(+) :43	oui	HA : 22	(+) :53
- Temps	NE : 37			NE : 19			NE : 23	
total=	SU : 11			SU : 9			SU : 8	
28min	AN : 16			AN : 19			AN : 19	
	DI : 25	(-) :53		DI : 31	(-) :77		DI : 10	(-) :41
	FE : 7			FE : 16			FE : 8	
	SA : 5			SA : 11			SA : 4	

Tableau 3.2 : description des émotions de l'apprenant1 avec la solution proposée.

Observation :

Pour la première étudiante, on a constaté après les dix premières minutes que son état émotionnel est positif en prenant en considération le maximum entre les expressions faciales positives et négatives. Dans la deuxième période (de 10 à 20 minutes) le maximum des expressions faciales est négatif alors que le système lui recommande une solution psychologique ou elle a accepté de le passer dans une période de 12 minutes. Après le test, on voit bien que l'état émotionnel de l'étudiante est positif durant la troisième période qui a duré juste 8 minutes et elle a quitté le système.

➤ Étudiant 2 :

Action étudiant	0 -10 min		Test 9 min	19-29 min		Test 1 min
	Emotion	type		émotion	type	
- Etudiant2	HA : 12	(+) :49	oui	HA : 19	(+) :54	oui
- Temps	NE : 27			NE : 24		
total=	SU : 10			SU : 11		
20min	AN : 26			AN : 17		
	DI : 21	(-) :71		DI : 27	(-) :66	
	FE : 14			FE : 16		
	SA : 10			SA : 6		

Tableau 3.3 : description des émotions de l'apprenant2 avec la solution proposée

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

Observation :

Contrairement au premier apprenant, la deuxième étudiante a passé le test psychologique (le test de relaxation) deux fois dans deux périodes successives (de 0 à 10 minutes et de 19 à 29 minutes) mais on remarque que l'étudiante n'a pas pris assez de temps pour le test c'est pour ça son état émotionnel est toujours négatif.

➤ Étudiant 3 :

Action / étudiant	0 -10 min		Test	16-26 min		Test	29- 30 min	
	Emotion	Type	6 min	émotion	type	3 min	émotion	Type
- Etudiant3	HA : 22	(+) :51	Oui	HA : 18	(+) :57	oui	HA : 3	(+) :8
- Temps	NE : 18			NE : 24			NE : 5	
total=	SU : 11			SU : 15			SU : 0	
21min	AN : 21			AN : 18			AN : 2	
	DI : 17	(-) :69		DI : 29	(-) :63		DI : 4	(-) :10
	FE : 11			FE : 7			FE : 3	
	SA : 20			SA : 9			SA : 1	

Tableau 3.4 : description des émotions de l'apprenant3 avec la solution proposée

Observation :

Le troisiéme échantillon de l'expérience a passé le test psychologique (le test de relaxation) deux fois dans deux périodes successives (de 0 à 10 minutes et de 16 à 26 minutes) alors que dans la dernière période de sa session d'apprentissage, son état est toujours négatif et elle a voulu passer **le test pédagogique** avec de quitter le programme.

On remarque aussi la même chose du deuxième cas qu'elle n'a pris assez du temps pour le test : 9 minutes entre les deux tests, c'est pour on ne voit pas bien une amélioration importante dans son état émotionnel.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

➤ Étudiant 4 :

Action / étudiant	0 -10 min		Test 13 min	23-33 min		Test	33- 37 min	
	Emotion	type		Emotion	type		émotion	type
- Etudiant4	HA : 21	(+) :49	oui	HA : 25	(+) :64	non	HA : 12	(+) :27
- Temps	NE : 18			NE : 29			NE : 14	
total=	SU : 10			SU : 10			SU : 1	
24min	AN : 33			AN : 16			AN : 9	
	DI : 19	(-) :71		DI : 6	(-) :56		DI : 14	(-) :29
	FE : 4			FE : 7			FE : 5	
	SA : 15			SA : 27			SA : 1	

Tableau 3.5 : description des émotions de l'apprenant4 avec la solution proposée

Observation :

La quatrième étudiante a passé l'exercice de relaxation une seule fois pour la première période, et elle a continué son apprentissage pour deux sessions avec un état positif pour une durée de 37 minutes.

➤ Étudiant 5 :

Action / Etudiant	0 -10 min		Test	10-20 min		Test	20- 30 min		Test 1 min
	Emotion	type		émotion	type		Emotion	Type	
- Etudiant1	HA : 23	(+) :79	non	HA : 19	(+) :63	non	HA : 15	(+) :47	oui
- Temps	NE : 41			NE : 22			NE : 24		
total=	SU : 15			SU : 22			SU : 8		
30min	AN : 12			AN : 16			AN : 22		
	DI : 10	(-) :41		DI : 19	(-) :57		DI : 27	(-) :73	
	FE : 3			FE : 14			FE : 9		
	SA : 16			SA : 8			SA : 15		

Tableau 3.6 : description des émotions de l'apprenant5 avec la solution proposée

Observation :

La cinquième étudiante a passée l'exercice de relaxation à la dernière période comme elle a commencé de se fatiguer ou elle a refusé les deux types solutions et elle a quitté le système.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

Pour résumer, le tableau suivant (tableau 3.7) montre que ($57.14+14.25= 71.42\%$) des étudiants ont voulu continuer leurs apprentissages en choisissant le passage aux solutions psychologique et pédagogique.

choix de l'apprenant	Accepter la S.Psy.	Accepter la S.Péd	Refuser les solutions
Pourcentage	57.14%	14.28%	28.57%

Tableau 3.7 : pourcentage des choix des apprenants.

- S.Psy : solution psychologique.
- S.Péd : solution pédagogique.

On a trouvé que le générateur des solutions a été lancé 7 fois, 4 fois l'apprenant continue l'activité d'apprentissage, un seul l'apprenant a demandé la solution pédagogique, et comme on a vu précédemment 2 situations où l'apprenant refuse les deux solutions et il a quitté le système.

3.2.2 Test de l'approche sans le générateur de solutions :

Dans ce qui se suit, nous présentons le déroulement de la même approche sur le même échantillon (c'est-à-dire les cinq étudiantes), mais sans l'activation du générateur de solutions.

➤ **Étudiant 1 :**

Action Étudiant	0 -10 min		10-20 min		20- 26 min	
	Emotion	type	émotion	type	Emotion	Type
- Etudiant1	HA : 21	(+) :63	HA : 17	(+) :55	HA : 11	(+) :27
- Temps	NE : 34		NE : 23		NE : 14	
total=	SU : 8		SU : 15		SU : 2	
26min	AN : 21		AN : 23		AN : 26	
	DI : 19	(-) :57	DI : 19	(-) :65	DI : 9	(-) :48
	FE : 9		FE : 7		FE : 3	
	SA : 8		SA : 16		SA : 10	

Tableau 3.8 : description des émotions de l'apprenant1 sans la solution proposée

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

➤ **Étudiant 2 :**

Action Étudiant	0 -10 min		10-20 min		20- 22 min	
	Emotion	type	émotion	type	Emotion	Type
- Etudiant2	HA : 20	(+) :59	HA : 17	(+) :52	HA : 4	(+) :11
- Temps	NE : 29		NE : 23		NE : 7	
total=	SU : 10		SU : 15		SU : 0	
22min	AN : 24		AN : 23		AN : 6	
	DI : 17	(-) :61	DI : 19	(-) :68	DI : 9	(-) :16
	FE : 11		FE : 7		FE : 0	
	SA : 9		SA : 16		SA : 1	

Tableau 3.9 : description des émotions de l'apprenant2 sans la solution proposée

➤ **Étudiant 3 :**

Action étudiant	0 -10 min		10-18 min	
	Émotion	type	émotion	Type
- Etudiant3	HA : 9	(+) :39	HA : 7	(+) :35
- Temps	NE : 25		NE : 21	
total=	SU : 5		SU : 7	
18min	AN : 22		AN : 26	
	DI : 29	(-) :81	DI : 14	(-) :64
	FE : 9		FE : 11	
	SA : 21		SA : 13	

Tableau 3.10 : description des émotions de l'apprenant3 sans la solution proposée

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

➤ **Étudiant 4 :**

Action étudiant	0 -10 min		10-20 min	
	Émotion	type	émotion	Type
- Etudiant4	HA : 21	(+) :61	HA : 19	(+) :53
- Temps	NE : 37		NE : 24	
total=	SU : 3		SU : 10	
20min	AN : 19		AN : 27	
	DI : 17	(-) :59	DI : 18	(-) :70
	FE : 5		FE : 16	
	SA : 18		SA : 9	

Tableau 3.11 : description des émotions de l'apprenant 4 sans la solution proposée.

➤ **Étudiant 5 :**

Action étudiant	0 -10 min		10-17 min	
	Emotion	type	Emotion	Type
- Etudiant5	HA : 20	(+) :59	HA : 11	(+) :39
- Temps	NE : 29		NE : 19	
total=	SU : 10		SU : 9	
17min	AN : 24		AN : 14	
	DI : 17	(-) :61	DI : 12	(-) :48
	FE : 11		FE : 9	
	SA : 9		SA : 13	

Tableau 3.12 : description des émotions de l'apprenant5 sans la solution proposée

En termes du temps, si on veut comparer les deux tests avec et sans l'activation du générateur de solutions pour tous les apprenants on a trouvé que :

Le temps total :

- Avec solution : 123 minutes.
- Sans solution : 100 minutes.

Pour donner plus de détails et bien expliquer les statistiques présentées précédemment, nous présentons tous ces données dans des histogrammes dans la partie qui suit.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

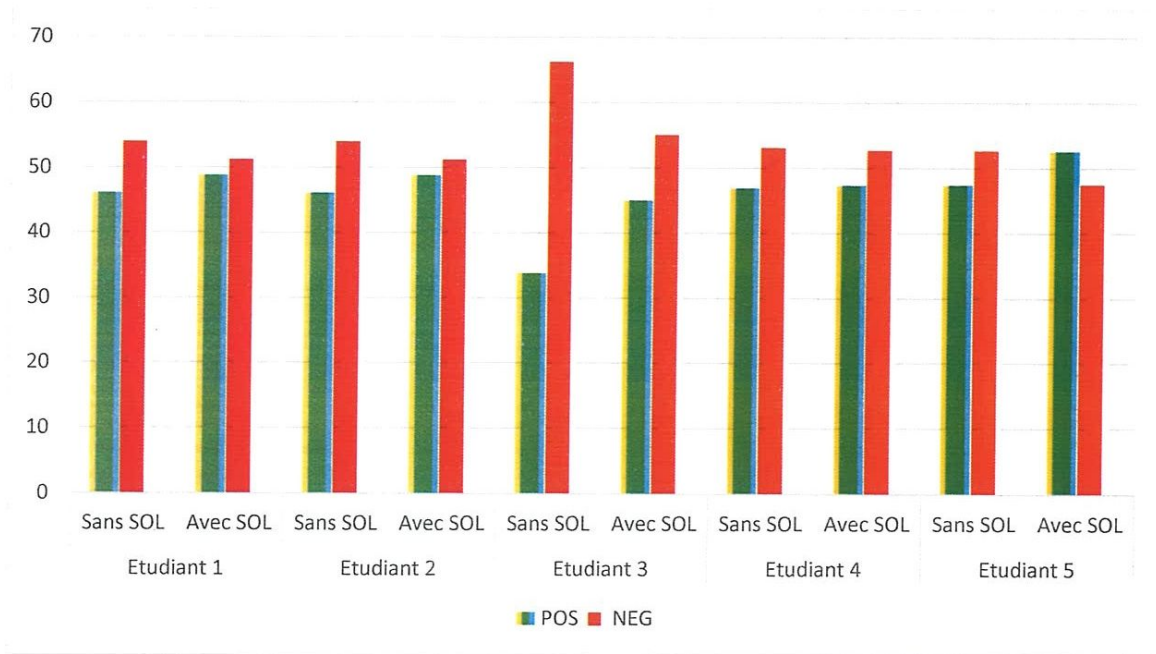


Figure 3.29. Variation de l'état émotionnel avec/sans activation du générateur de solutions.

Dans la figure 3.29 nous présentons la variation de l'état émotionnel (expressions faciales) pour chaque étudiante avec et sans l'activation du générateur de solutions psychologiques ou les barres en vert représentent les expressions positives et les barres en rouges représentent les expressions négatives.

On remarque bien pour les apprenants : 1, 2, 3 et 5 une amélioration importante dans leurs états émotionnels avec l'activation du générateur ou en voit une croissance importante dans les expressions positives et une décroissance dans les expressions négatives.

Dans la figure suivante (Figure 3.30) nous présentons la variation de la durée des sessions d'apprentissage pour chaque étudiante avec et sans l'activation du générateur de solutions psychologiques ou les barres en bleu avec activation du générateur et les barres en marron sans l'activation.

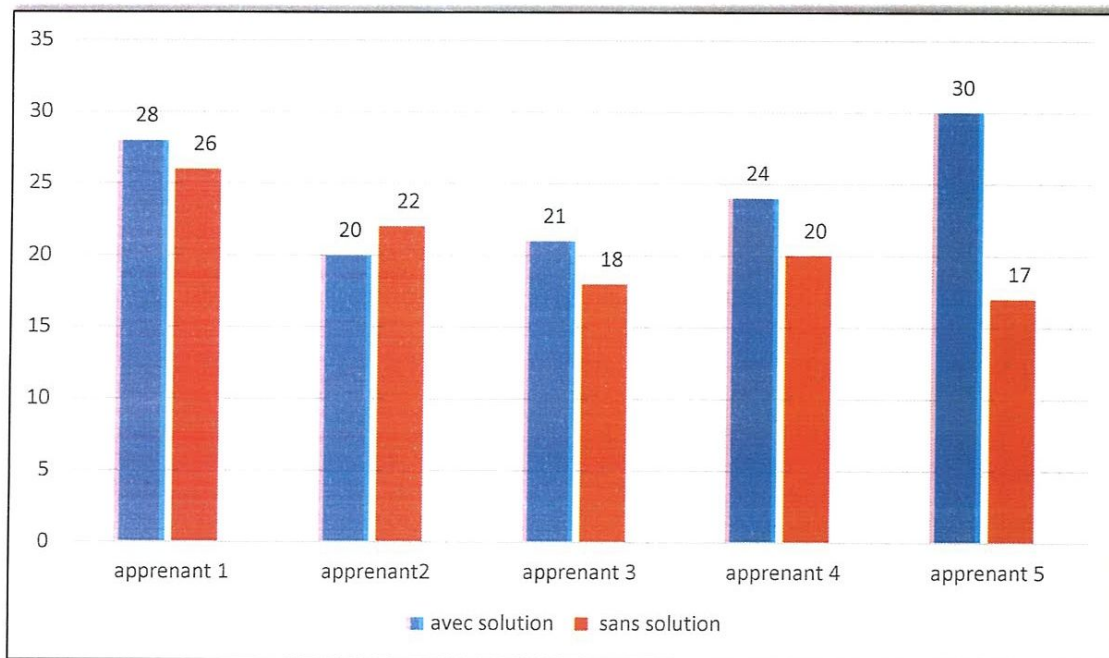
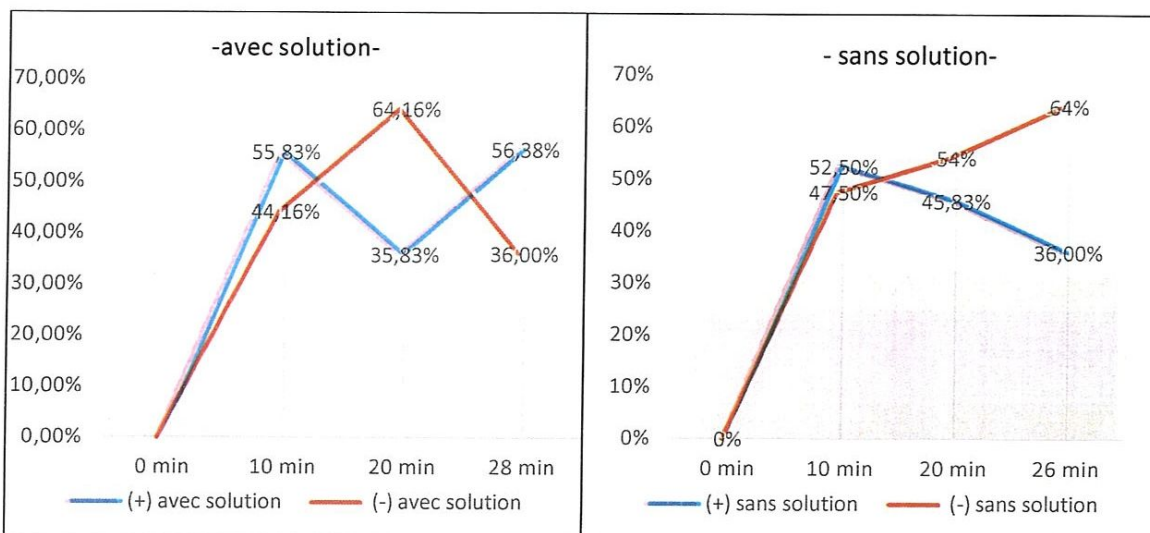


Figure 3.30 : Comparaison entre les durées d'apprentissage avec et sans l'activation du générateur des solutions

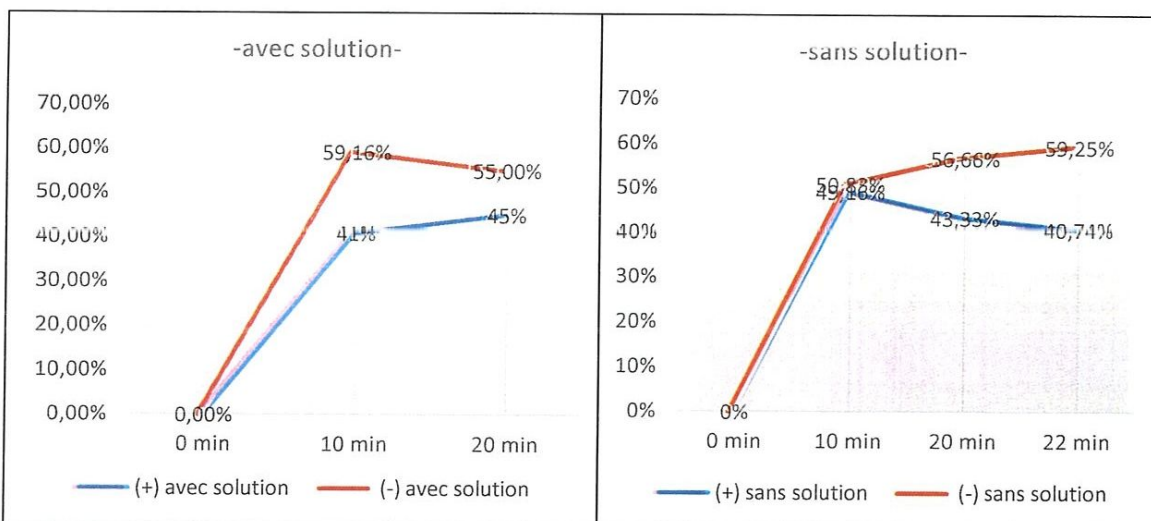
On remarque bien que les apprenants ont passé une période dans leurs sessions d'apprentissage avec l'activation du générateur supérieure par rapport à des sessions sans l'activation du générateur, sauf l'apprenant 2, pour une différence de 2 minutes entre les deux sessions parce qu'il n'a pris assez du temps pour le test comme c'est mentionné précédemment.

La figure suivante (*Figure 3.31*) illustre la variation des émotions de chaque apprenant avec et sans activation du générateur en termes du temps pour bien présenter l'influence de l'activation du générateur de solutions dans chaque période indépendamment des autres.

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

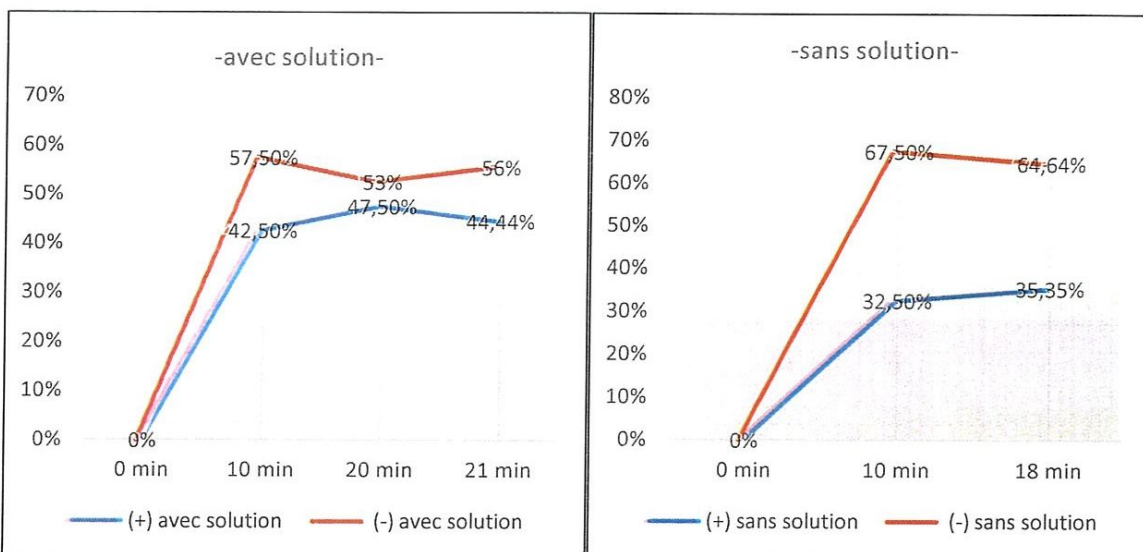


(a) Variation des émotions de l'apprenant 1 par rapport au temps

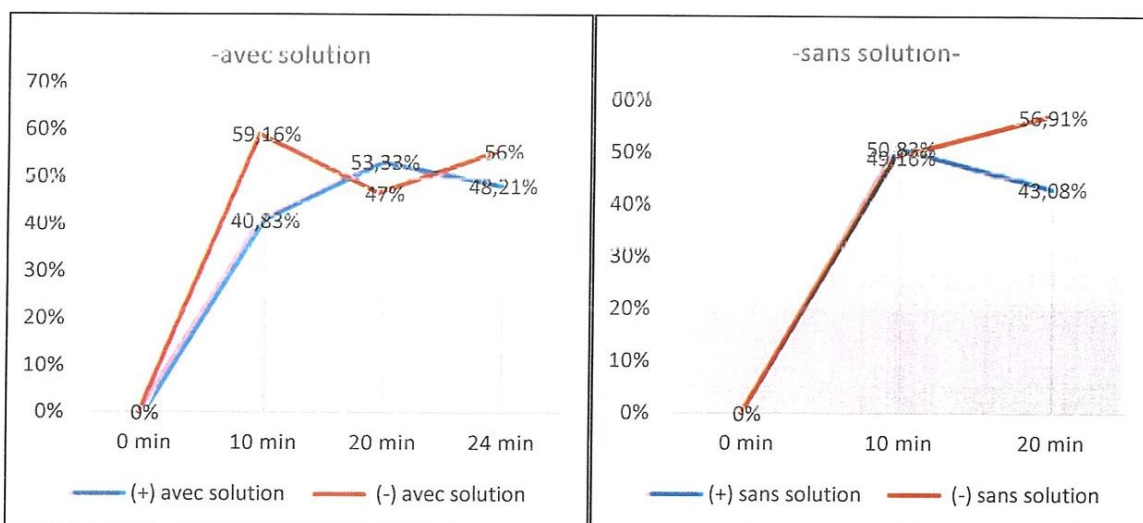


(b) Variation des émotions de l'apprenant 2 par rapport aux temps

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux



(c) Variation des émotions de l'apprenant 3 par rapport aux temps



(d) Variation des émotions de l'apprenant 4 par rapport aux temps

Chapitre 3 : Implémentation et résultat expérimentaux

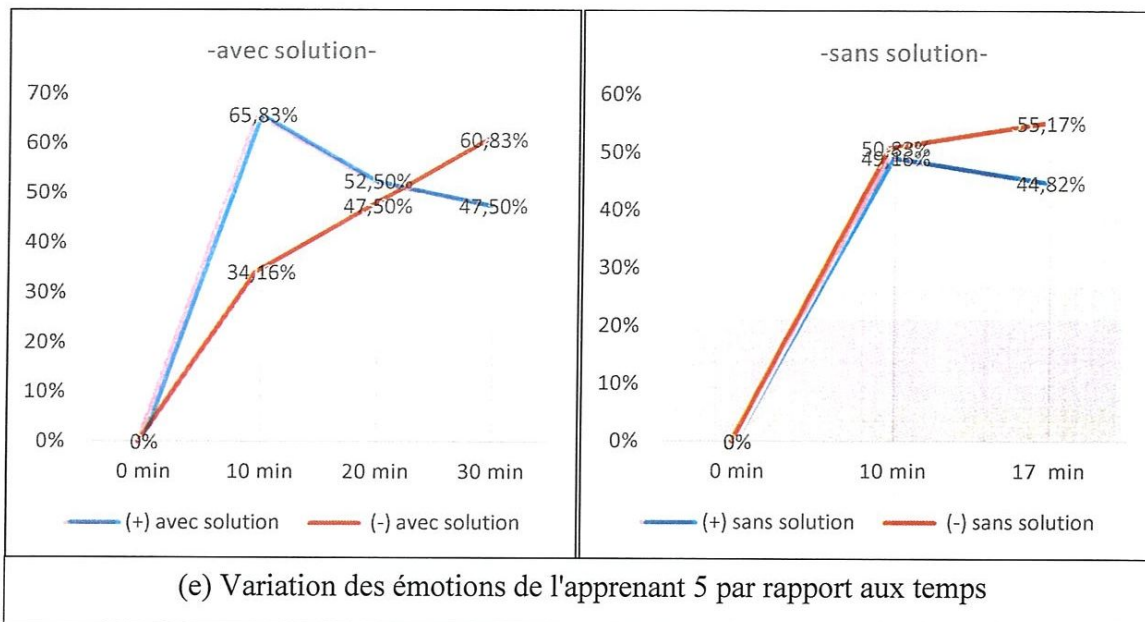


Figure 3.31. Variation des émotions en termes de temps : (a) Apprenant 1, (b) Apprenant 2, (c) Apprenant 3, (d) Apprenant 4, (e) Apprenant 5.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté le système qu'on a développé et les tests effectués sur notre système, notre système est composé d'une plateforme avec un ensemble des interfaces associées à des acteurs particuliers où chacun de ces acteurs joue un rôle précis, et d'un module de la reconnaissance des expressions faciales et générateur des solutions pédagogique et/ou psychologique ; notre but majeur est appliqué la solution psychologique qu'on a proposée dans le but d'améliorer l'apprentissage.

Le résultat des tests présentés sont très encourageants bien que l'échantillon est petit par rapport aux expériences dans le domaine des statistiques, mais on a bien vu l'influence de test de relaxation dans la conception proposée soit en termes de motivation (expressions faciales et durée d'apprentissage).

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce projet de fin d'études, nous nous sommes intéressés au domaine E-Learning et à l'état émotionnel de l'apprenant durant l'éducation en ligne en temps réel, et proposé des solutions afin de le motiver dans les cas des difficultés.

Notre objectif consiste à élaborer une stratégie d'apprentissage adaptatif en étudiant l'impact de l'état émotionnel de l'apprenant dans un environnement informatique d'apprentissage humain en visant d'augmenter le taux de réussite des apprenants.

Dans notre mémoire, on a abordé sur trois sujets essentiels, le premier concerne l'environnement informatique d'apprentissage en ligne « E-Learning » ou l'apprenant est considéré comme un élément essentiel dans cet environnement, et la deuxième concerne la reconnaissance des émotions des apprenants à partir leurs expressions faciales et le troisième sur les solutions pédagogique et/ou psychologique proposées pour la motivation de l'apprenant.

Les tests de l'approche proposée ont montré l'importance et l'influence de la motivation de l'apprenant dans l'environnement d'apprentissage et les résultats de l'utilisation du test de relaxation sont très encourageants.

Perspectives :

Comme perspectives de recherches futures, nous envisageons de :

1. Tester l'approche sur d'autres types d'environnement d'apprentissage, par exemple : M-learning (mobile), U-learning (ubiquitous), P-learning (Pervasive) et MUP-learning (Mobile, Ubiquitous and pervasive learning)
2. Dans la partie reconnaissance des expressions faciales : choisir d'autres points d'intérêt et des d'autre distance comme caractéristique, ou bien d'autre algorithme de classification.
3. Dans la partie motivation : Appliquer d'autres solutions pédagogiques et psychologiques.

Références

Bibliographies :

- [1] L. DUTREVE, “paramétrisation et transfert d’animation facials 3D à partir de séquences vidéo : vers des applications en temps réel. Thèse de doctorat de l’université Claude Bernard- Lyon I, France, soutenue le 24 mars 2011.
- [2] P. MANJAUX, “Modélisation et animation interactive de visages virtuels de dessins animés.” . Thèse de doctorat de l’université René Descartes-Paris V, France, Soutenue le 14 Décembre 2007.
- [3] P R KLEINGINNA, A M KLEINGINNA. A Categorized List of Emotion Definitions with Suggestions for a Consensual Definition. *Motivation and Emotion*, 1981.
- [4] O'REGAN. Emotion and E-Learning. K. University of Adelaide. *Journal of Asynchronous Learning Networks (JALN 2003)*. Vol. 7, No 3.
- [5] S. AGRAWAL, P. GUPTA, S. GUPTA. “Facial expression recognition technique : A survey “.2014
- [6] N. ZERMIR, M. RAMDANI, M. SAAIDIA, C. SNANI. “Two dimensional principal component Analysis (2DPCA) for human facial expression recognition”. *International Journal on Signal Processing and Imaging Engineering (IJSPIE)*, vol. 2, no 1. 2015
- [7] J. MICHAEL, B. YACOO, Y. YACOO. “Tracking and Recognizing Facial Expressions in Image Sequences, Using Local Parameterized Models of Image Motion”. Technical Report CS-TR-3401, University of Maryland, January 1995.
- [8] M. SUWA, N. SUGIE, AND K. FUJIMORA. “A preliminary note on pattern recognition of human emotional expression”. In *Proceedings of the 4th International Joint Conference on Pattern Recognition*, pages 408–410, 1978.
- [9] K. MASE. “Recognition of facial expression from optical flow”. *IEICE transactions*, 74(10):3473–3483, 1991.
- [10] Y. YACCOB, L. DAVIS. “Recognizing facial expressions by spatio-temporal analysis“. In *Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition*, volume 1, pages 747–749, 1994.
- [11] I. A. ESSA, A. P. PENTLAND. “Coding, analysis, interpretation, and recognition of facial expressions“. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 19(7):757–763, Juillet 1997.
- [12] M. TURK, A. PENTLAND. “Eigenfaces for recognition”. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(1):71–86, 1991
- [13] C. PADGETT, G. COTTRELL. “Identifying emotion in static images”. In *Proceedings of the 2nd Joint Symposium on Neural Computation*, volume 5, pages 91–101, 1997.
- [14] A. LANITIS, C. J. TAYLOR, T. F. COOTES. “Automatic interpretation and coding of face images using flexible models“. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 19(7):743–756, 1997.
- [15] M.J. LYONS, J. BUD YNEK, S. AKAMATSU, “Automatic Classification of Single Facial Images”, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 21(12), p. 1 357–1 362, December 1999

Références

- [16] M.S. BARTLETT, G. LITTLEWORT, I. FASEL, J. R. MOVELLAN, “Face Detection, Facial Expression Recognition: Development and Applications to Human Computer Interaction”, In IEEE workshop on Computer Vision and Pattern Recognition for Human Computer Interaction, Madison, U.S.A., June, 2003
- [17] Z. ZHANG. “Feature-Based Facial Expression Recognition: Experiments With a Multi-Layer Perceptron “. Technical Report 3354, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, Février 1998
- [18] J. YE, Y. ZHAN, S. SONG. “Facial expression features extraction based on gabor wavelet transformation“. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2004.
- [19] M. BARTLETT. “Face image analysis by unsupervised learning and redundancy reduction” (pp. 1-51). University of California, San Diego, 1998.
- [20] C. PADGETT, G. COTTRELL. “Representing face images for emotion classification“. Advances in Neural Information Processing Systems, pages 894–900, 1997.
- [21] T. F. COOTES, G. J. EDWARDS, C. J. TAYLOR. “Active appearance models“. Lecture Notes in Computer Science, 1407:484, 1998.
- [22] A. IANITIS, C. J. TAYLOR, T. F. COOTES. “Automatic interpretation and coding of face images using flexible models“. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 19(7):743–756, 1997.
- [23] M. B. STEGMANN. “Active appearance models : Theory and cases“. Master’s thesis, Department of Mathematical Modelling, Technical University of Denmark, Lyngby, 2000.
- [24] G. ANTONINI, M. SORCI, M. BIERLAIRE, J. P. THIRAN. “Discrete choice models for static facial expression recognition“. In Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems, pages 710–721, 2006
- [25] France La liberté, “Introduction aux expressions faciales prelude au projet MONNET”. Présentation, CRIM, Mai 2005.
- [26] M.J. LYONS ET S. AKAMATSU, “ Coding facial expressions with gabor wavelets “, IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, Page 200-205, avril 1998
- [27] M.F. VALSTAR, H. GUNES ET M. PANTIC, “How to distinguish posed from spontaneous smiles using geometric features “, ACM International Conference on Multimodal Interfaces, pages 38-45, 2007.
- [28] Z. ZHANG, M. LYONS, M. SCHUSTER ET S. AKAMATSU, “ Comparison between Geometry-Based and Gabor Wavelets-Based Facial Expression Recognition Using Multi-Layer Perceptron”, IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pages 454-459, Avril 1998.
- [29] I. COHEN, N. SEBE, L. CHEN, A. GARG ET T.S. HUANG, “Facial expression recognition from video sequences: temporal and static modelling”, Computer Vision and Image Understanding: Special issue on face recognition, volume 91, pages 160-187, 2003.
- [30] F. DAVOINE, B. ABBOUD ET M. DANG, “Analyse de visages et d’expressions faciales par modèle actif d’apparence “, Traitement du Signal, Volume 21 (3), pages 179-193, février 2004.

Références

- [31] M. PANTIC ET L. ROTHKRANTZ, "Automatic Analysis of Facial Expressions: the State of the Art". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Volume 22 (12), page 1424-1445, Décembre 2000.
- [32] Z. HAMMAL, A. CAPLIER, M. ROMBAUT, "A Fusion Process Based on Belief Theory Classification of Facial Basic Emotions", International Conference on Information fusion, volume 1, Juillet 2005.
- [33] F. MAALEJ, B. BEN AMOR ET M. DAOUDI, "Analyse locale de la forme 3D pour la reconnaissance d'expressions faciales", ORASIS, Congrès des jeunes chercheurs en vision par ordinateur, Mai 2011.
- [34] P. EKMAN, W. V. FRIESEN, P. ELLSWORTH, "What emotion categories or dimensions can observers judge from facial behavior?" In P. Ekman (Ed.), *Emotion in the human face* (pp. 39-55). New York: Cambridge University Press. (1982).
- [35] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11: Standard 14496 2, a.k.a MPEG 4 Part 2 : Visual, ISO, 1999.
- [36] K. GHANEM, "Reconnaissance des expressions faciales à base d'informations vidéo ; Estimation de l'intensité des expressions faciales", Thèse, Université Mentouri de Constantine, Algerie, Octobre 2010.
- [37] E. COUZONET, F. DORN, "Les émotions : développer son intelligence émotionnelle". Issyles- Moulinaux : ESF éditeur, 2009.
- [38] W. L. JOHNSON, J.W. RICKEL, J.C. LESTER, "Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments". *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 11:47-78. 2000
- [39] R. PLUTCHIK, "A general psychoevolutionary theory of emotion". In R. Plutchik & H. Kellerman (Eds.), *Emotion: Theory, research, and experience: Vol. 1. Theories of emotion* (pp. 3-33). New York: Academic.1980
- [40] N. H. FRIJDA, "The emotions". New York: Cambridge University Press.1986
- [41] J. A. GRAY, " *Bulletin of the British Psychological Society*". The whole and its parts: Behaviour, the brain, cognition and emotion. 38, 99-112. 1985
- [42] C. E. IZARD, *Human emotions*. New York: Plenum Press. 1977
- [43] W. JAMES, "What is an emotion?" *Mind*, 9, 188-205. 1884
- [44] W. MCDUGALL. "An introduction to social psychology". Boston: Luce.1926
- [45] O. H. MÖWRER, "*Learning theory and behavior*". New York: Wiley.1960
- [46] K. OATLEY, P. N. JOHNSON-LAIRD, "Cognition & Emotion", towards a cognitive theory of emotions. 1, 29-50.1987
- [47] J. PANKSEPP, "The Behavioral and Brain Sciences", toward a general psychobiological theory of emotions. 5, 407-467. 1982
- [48] S. S. TOMKINS, "Approaches to emotion". Affect theory. In K. R. Scherer & P. Ekman (Eds.), (pp. 163-195). Hillsdale, NJ: Erlbaum 1984
- [49] J. B. WATSON, *Behaviorism*. Chicago: University of Chicago Press.1930

Références

- [50] B. WEINER, S. GRAHAM, “*Emotions, cognition, and behavior*” (pp. 167-191). An attributional approach to emotional development. In C. E. Izard, J. Kagan, & R. B. Zajonc (Eds.) New York: Cambridge University Press. 1984
- [51] N. BIANCHI, C. L. LISETTI. “*User Modeling and User Adapted Interaction*”, Modeling Multimodal Expression of User’s Affective Subjective Experience. Vol. 12 n° 1, p. 49-84. 2002
- [52] R. PEKRUN, A. FRENZEL., T. GOETZ, R. P. PERRY, “The control–value theory of achievement emotions: An integrative approach to emotions in education“. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in education*. San Diego, CA: Academic Press. 2007
- [53] S. CHAFFAR, P. CHALFOUN, C. FRASSON. “ La prédiction de la réaction émotionnelle dans un environnement d’apprentissage à distance“. *Colloque international TICE’2006*, Toulouse, France, October 25-27. 2006
- [54] S. CHAFFAR, C. FRASSON, “ Apprentissage machine pour la prédiction de la réaction émotionnelle de l’apprenant“, *Revue STICEF*, Volume 14, 2007, ISSN : 1764-7223.
- [55] T. MURRAY, “Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the state of the art“. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1999.
- [56] M. FAROUK, J.H. RETY, E. DELOZANNE, B. GRUGEON, N. BENSIMON, J.C. MARTIN, “ Stratégies d’utilisation de la direction du regard en situation de communication interpersonnelle enseignant-élève“, *Revue STICEF*, Volume 14, 2007, ISSN : 1764-7223.
- [57] J. C. LESTER, S. G. TOWNS, P.J.FITZGERALD, “Achieving Affective Impact: Visual Emotive Communication in Lifelike Pedagogical Agents“. *The International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10(3-4), p.278-291. 1999
- [58] A.C. GRAESSER, P. CHIPMAN, B.C. HAYNES, A. OLNEY, “AutoTutor: An intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue“. *IEEE Transactions in Education*, 48, p. 612-618. 2005
- [59] S. D’MELLO, R.W.PICARD, A. GRAESSER, “ Towards An Affect-Sensitive AutoTutor“, *IEEE Intelligent Systems, Special issue on Intelligent Educational Systems*, Vol 22, No 4, July 2007, p. 53-61. 2007
- [60] R. NKAMBOU, Y. LAPORTE, R. YATCHOU, G. GOUARDERES, “Embodied Emotional Agent and Intelligent Training System“. Dans : Abraham, A., Jain, L., & Kacprzyk, J. (Eds), “*Recent Advances in Intelligent Paradigms and Applications*”. Chapter 11, p. 233-253. Springer-Verlag, 2002
- [61] R. NKAMBOU, É. DELOZANNE, C. FRASSON, “ Editorial du numéro spécial Les dimensions émotionnelles de l’interaction dans un EIAH“, *Revue STICEF*, Volume 14, 2007.
- [62] J. C. LESTER, S. G. TOWNS, S.G.FITZGERALD, “Achieving affective impact: Visual emotive communication in lifelike pedagogical agents“, *International Journal of AI in Education (IJAIED)* 1999, 278-291. 1999
- [63] R. NKAMBOU, Y. LAPORTE, R. YATCHOU, G. GOURAD, “ Embodied emotional agent in intelligent training system Recent advances in intelligent paradigms and applications“ (pp. 235-253):Physica-Verlag GmbH. 2003

Références

- [64] J. FAIRE, C. FRASSON, R. NKAMBOU, “ Gestion Emotionnelle dans les Systèmes Tuteurs Intelligents“. 1-8. Retrieved from <http://hal.archivesouvertes.fr/docs/00/02/69/79/PDF/Faivre.pdf>. 2002
- [65] W. L. JOHNSON, E. SHAW, R. GANESHAN. “Pedagogical agents on the web“. In Proceedings of ITS 98, 1998.
- [66] C. BAUDOIN, “ Rôle des Agents Pédagogiques dans les Environnements d’Apprentissage Humain“, thèse de master, Cerv : Centre Européen de Réalité Virtuelle ea3883 – lisyc -Laboratoire d’Informatique pour les Systèmes Complexes, 11 février 2005
- [67] J. RICKEL, W. L. JOHNSON. “Animated agents for procedural training in virtual reality : perception, cognition and motor control“. Applied Artificial Intelligence, 13 :343–382, 1999
- [68] H. EL AFRI, KH. MESSAHEL, “ Reconnaissance des expressions faciales dans un environnement interactif d’apprentissage humain“, mémoire de Master, Université 8 mai 1945-Guelma, juin 2016
- [69] I. DJABIHA, H. KHALLAF. “ APTUS système de tutorat adaptatif“, mémoire d’ingénieur, université 8 mai 1945 Guelma, 2010.

Références

Webographies :

- [W1] <https://cercle.institut-pandore.com/mentalisme/analyser-decrypter-micro-expressions/> consulté le : 12 janvier 2018
- [W2] <http://www.e-doceo.net/conseil-formation/e-learning.php> consulté le : 28 février 2018
- [W3] <http://www.alfissia.com/blog/fr/quest-ce-que-l-e-learning/>, publié le 18 mai 2012, consulté le : 12 mars 2018
- [W4] https://lentreprise.lexpress.fr/creation-entreprise/idees-business/les-differents-types-d-emotions_1517780.html consulté le : 20 décembre 2017
- [W5] <http://www.changingminds.org/explanations/emotions/basic%20emotions.htm> consulté le : 5 mars 2018
- [W6] https://www.researchgate.net/publication/220578394_Perception_d%27etats_affectifs_et_apprentissage consulté le : 17 avril 2018
- [W7] <https://mudlistings.com/general-and-hybrid-muds/227-micromuse> consulté le : 12 novembre 2017
- [W8] <http://slideplayer.fr/slide/1292175/>, consulté le : 12 janvier 2018
- [W9] <http://www.active-learning.fr/blog/le-e-learning-cest-quoi/> consulté le : 18 janvier 2018
- [W10] http://pedagopsy.eu/dossier_groupes.html consulté le : 7 mars 2018
- [W11] http://pedagopsy.eu/regles_motivation.html consulté le : 20 avril 2018
- [W12] <http://keepschool.com/conseils-pedagogiques/orientation/comment-motiver-eleve-travailler-reussir-ecole.html> consulté le : 12 décembre 2017
- [W13] http://pedagopsy.eu/jean_pierre.html consulté le : 24 janvier 2018
- [W14] http://pedagopsy.eu/jeu_de_role.html consulté le : 10 mai 2018
- [W15] <http://pedagopsy.eu/page?101.html> consulté le : 16 mai 2018
- [W16] <https://www.luxand.com/facesdk/documentation/detectedfeatures.php>, consulté le : 12 juin 2018
- [W17] <http://fracademic.com/dic.msf/frwiki/1153050> consulté le : 25 mai 2018
- [W18] <https://opencv.org/about.html> consulté le : 12 avril 2018
- [W19] <https://www.luxand.com/facesdk/> consulté le : 19 mai 2018
- [W20] <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/> consulté le : 20 mai 2018
- [W21] <https://www.adobe.com/fr/products/dreamweaver.html> consulté le : 12 juin 2018
- [W22] <http://www.kasril.org/jaffe.html>, consulter le : 14 juin 2018