



**RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE**  
UNION - DISCIPLINE – TRAVAIL  
-----



Année académique  
2020-2021

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET

DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITÉ FELIX HOUPHOUËT-BOIGNY**

UFR Mathématiques et Informatique

**Laboratoire de Mécanique et Informatique**

**MEMOIRE DE MASTER**

*Mention : Informatique*

*Spécialité : Bases de Données et Génie Logiciel*

*Présenté à*

**L'UNIVERSITÉ FÉLIX HOUPHOUËT BOIGNY**

*par*

**METHERY Francis**

*SUR LE THEME :*

**CONCEPTION ET REALISATION D'UN TABLEAU DE BORD  
POUR LA COLLECTE ET LA CENTRALISATION DES VOTES**

Soutenu publiquement le 19/11/2021

Devant le jury

Président : M. ADOU KABLAN JEROME  
Superviseur : M. YODE ARMEL  
Directeur : M. DIALLO MOHAMED BOBO

Professeur Titulaire, à UFRMI, UFHB, Abidjan.  
Maître de Conférences, à UFRMI, UFHB, Abidjan.  
Maître-Assistant, à UFRMI, UFHB, Abidjan.

### **Dédicace**

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation...

A ma chère mère (DANE Amena)

A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands  
hommes...

A mon cher père (METHERY Léon)

A ceux qui m'ont toujours encouragé, épaulés et supportés...

A mes chers frères et sœur  
(METHERY Emmanuel, METHERY René, METHERY Louise)

A tous mes amis et instructeurs

## REMERCIEMENTS

Gloire soit rendue à Dieu qui nous fait toujours triompher en Christ et qui répand par nous en tout lieu l'odeur de sa connaissance, tout au long de ces années d'études académique.

Nous exprimons nos sincères remerciements à notre doyen d'UFR, le Professeur ADJE pour son excellent travail au service de notre UFR.

Nous tenons à remercier particulièrement Professeur ADOU KABLAN Jérôme, Professeur titulaire, enseignant à l'UFRMI de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB).

Nous tenons à remercier particulièrement Professeur ADAMA COULIBALY, Professeur Titulaire, enseignant à l'UFRMI de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB).

Nous tenons à remercier particulièrement Professeur YODE Armel, Maître de Conférences, enseignant à l'UFRMI de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB).

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements au Professeur MONSAN Vincent, Maître de Conférences, enseignant à l'UFRMI de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB).

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon Directeur de mémoire Dr DIALLO Mohamed pour tout le temps qu'il m'a consacré, ses précieuses directives, et pour la qualité de son suivi.

Nos remerciements vont à l'endroit de toute l'administration et les enseignants de l'UFR Mathématiques et Informatique. Ils ont été les canaux par lesquels le savoir et le savoir-faire nous ont été transmis.

Nos remerciements s'adressent également à vous nos frères, sœurs et amis : METHERY René, METHERY Louise, METHERY Emmanuel, CAMARA Prince, KOUAME Prince YEO Nadège, TIOKARY Mohamed, KOKI Angenor, N'GUESSAN Serge Didier.

Nombreux nous savons que vous êtes ; difficile d'ouvrir un annuaire des noms ; dans notre cœur vous avez une place ; trouvez à travers ce travail, l'expression de notre profonde gratitude !

## **Avant-propos**

Née de l'ex-FAST (Faculté des Sciences et Techniques) suite à une réforme de l'enseignement supérieur, l'Unité de Formation et de Recherches de Mathématiques et Informatique (UFRMI) de l'Université Félix Houphouët-Boigny (ex-Université de Cocody), a pour mission de former des chercheurs et des ingénieurs opérationnels. L'objectif visé est de permettre aux étudiants de répondre d'une part aux exigences du monde de la recherche (fondamentale et appliquée) et d'autre part, aux besoins sans cesse croissants des entreprises.

L'UFRMI, à l'instar des autres UFR de l'Université Felix Houphouët-Boigny, s'est inscrite depuis la rentrée académique 2012-2013 dans le système LMD (Licence-Master-Doctorat).

C'est dans ce cadre qu'elle a ouvert des Masters de recherches et professionnels pour réaliser ses missions de formation et de recherche. Au nombre de ces masters se trouve le Master Bases de Données et Génie Logiciel (BDGL) à la suite duquel nous avons produit ce travail.

A la fin de notre formation de Master BDGL, nous devons soutenir un mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. C'est conformément à cette exigence que nous avons travaillé dans le laboratoire de Mécanique et informatique de l'UFRMI.

## TABLE DES MATIERES

Dédicace .....	2
Remerciements.....	3
Avant-propos.....	4
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	8
Liste des abréviations.....	9
Résumé.....	11
Abstract .....	12
Introduction.....	13
Chapitre I : CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	14
1. Contexte.....	15
1.1. Contexte Politique.....	17
1.2. Contexte technologique.....	19
2. Objectifs .....	24
CHAPITRE II : MODELISATION DU SYSTEME.....	26
II.1 Spécification.....	27
II.1.1 Spécification fonctionnelle.....	27
II.1.1.1 Périmètre fonctionnel du système.....	27
a . Les fonctionnalités en Front office .....	27
b. Les fonctionnalités en Back office.....	27
II.1.2 Spécification technique.....	28
II.2 Conception.....	28
II.2.1 Conception générale.....	28
II.2.2 Conception détaillée.....	31

CHAPITRE III : TECHNOLOGIES ET RESULTATS.....	40
III.1. Technologies.....	41
1. Choix de technologie.....	41
1.1. Choix de langage de programmation.....	41
Choix de langage étudié.....	41
1.1.1. Comparaison de 5 langages de programmation retenus.....	42
1.1.2. Langage retenu: PHP et JavaScript.....	44
1.1.3. Présentation des technologies utilisées pour la conception du système.....	45
1.2. Choix du système de gestion de bases de données.....	45
1.2.1 Présentation des systèmes de gestions de bases de données.....	48
1.3. Choix du Framework CSS.....	49
1.3.1. Présentation du Framework CSS.....	49
1.3.2. Framework CSS retenu.....	51
III .2. RESULTATS.....	54
CONCLUSION GENERALE.....	58
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	59

## Liste des figures

Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation.....	32
Figure 2 : Diagramme de classe du système.....	34
Figure 3 : Diagramme de séquence.....	35
Figure 4: Diagramme de séquence montrant les échanges entre un électeur et un agent du système.....	36
Figure 5 : Modèle conceptuel de données.....	37
Figure 6 : Modèle logique de données.....	38
Figure 7 : Modèle physique de données.....	39
Figure 8: classement des langages de programmation.....	41
Figure 9 : classement de la popularité des SGBDs.....	46
Figure 10 : Evolution de la popularité des SGBDs.....	47
Figure 11 : Interface Sublime Text.....	51
Figure 12 : interface phpMyAdMin.....	52
Figure 13 : interface PowerAMC.....	53
Figure 14 : interface de connexion au système.....	54
Figure 15 : interface montrant les résultats de l'élection.....	54
Figure 16 : interface d'enregistrement des électeurs.....	55
Figure 17 : interface permettant aux agents de saisir les bulletins de votes.....	55
Figure 18 : Liste de tous les électeurs inscrits.....	56

**Liste des Tableaux**

Tableau 1 : Tableau des fonctionnalités du système.....	27
Tableau 2 : Tableau de spécification technique.....	28



## Liste des abréviations

ACID : Atomicité, Cohérence, Isolation et Durabilité

ASP.NET: est un framework permettant de générer à la demande des pages web, lancé par Microsoft en juillet 2000, et utilisé pour mettre en œuvre des applications web.

CPU: central processing unit (processeur).

CSS: Cascading style sheets.

DRE: *Direct Recording Electronic*.

HTML: Hypertext Markup Language.

HTTP: L'Hypertext Transfer Protocol est un protocole de communication client-serveur développé pour le World Wide Web.

IIS : Internet Information Services (est un serveur Web flexible, sécurisé et gérable pour héberger tout ce qui se trouve sur le Web).

IMAP : Internet Message Access Protocol.

LDAP: Lightweight Directory Access Protocol (protocole permettant l'interrogation et la modification des services d'annuaire).

MCD : Le Modèle Conceptuel des Données

MCT : Le Modèle Conceptuel des Traitements.

MOD: Le Modèle Organisationnel des Données.

MOT : Le Modèle Organisationnel des Traitements.

MPT : Le Modèle Physique des Traitements.

OLE : ***Object Linking and Embedding*** (OLE) (littéralement « liaison et incorporation d'objets ») est un protocole et un système d'objets distribués, mis au point par Microsoft, Il permet à des applications utilisant des formats différents de dialoguer.

PDF : Portable Document Format.

PHP: Hypertext Preprocessor.

PMA : PhpMyAdmin.

POP3 : Post Office Protocol (protocole Internet standard pour les e-mails).

SGBD : Système de Gestion de Bases de Données.

SQL : Structured Query Language.

UML : Langage de Modélisation Unifié

## Résumé

Dans ce rapport sont présentées les différentes étapes de conception et de réalisation d'un système informatique. Ce système a pour but permettre aux agents d'une organisation électorale d'enregistrer les bulletins de vote, une fois le vote effectué dans l'objectif de faciliter le comptage des bulletins de votes. Il doit implémenter le processus d'enregistrement des bulletins de votes pour permettre aux agents de suivre le déroulement de la phase de comptage et d'avoir facilement et en un temps record les résultats provisoires. Ce système vient répondre à des problèmes d'ordre logistique et routier. Le manque de logistique de transport et la mauvaise qualité du réseau routier constituent un frein dans transport des bulletins de votes et les documents annexes vers les centres de dépouillements. Ce problème entraine une attente longue des résultats provisoires, plus la durée du dépouillement est longue, plus les chances de contester les résultats sont élevées. Notre système va donc permettre d'avoir une vue claire sur le déroulement du processus de dépouillement et de limiter les attentes longues.

## **Abstract**

This report presents the various stages of the design and implementation of a computer system. The purpose of this system is to allow election organization officials to register ballots after voting has been completed, to facilitate the counting of ballots. It must implement the ballot registration process to allow officers to track the counting phase and to have provisional results easily and in timely. This system responds to logistical and transportation problems. The lack of transport logistics and the poor quality of the road network are a hindrance in the transport of ballots and related documents to the counting centres. This problem leads to long delays for interim results, the longer the counting time, the greater the chances of challenging the results. Our system will therefore provide a clear view of the counting process and reduce delays.

## INTRODUCTION

L'élection est un choix réalisé au moyen d'un suffrage (vote, approbation) auquel toutes les personnes disposant du droit de vote, le corps électoral, sont appelées à participer.

L'objectif de l'élection est la désignation d'une ou plusieurs personnes pour exercer un mandat électoral (politique, économique, associatif, syndical, social,...) durant lequel elle(s) représente(nt) leurs électeurs. Par son vote, le corps électoral leur transfère la légitimité nécessaire pour exercer le pouvoir attribué à la fonction objet de l'élection.

En Afrique, le temps du dépouillement est parfois bien long, Jeune Afrique rapporte certains cas d'attente longue des résultats de vote, notamment au Niger en 2016, cinq jours entre le vote et les résultats provisoires, six jours en Guinée en 2015, 15 au Mozambique l'année précédente, 13 encore au Cameroun en 2011, le temps est parfois long entre la date du scrutin et celui des résultats [1].

En Centrafrique, comme cela fut le cas en RDC en 2006, c'est l'ONU qui s'est chargée d'apporter par hélicoptère certains procès-verbaux vers la capitale, faute de routes praticables. Les informations de certains centres éloignés, peuvent parfois mettre plusieurs jours à arriver entre les mains des commissions électorales, comme en Guinée en 2010.

Pourtant, plus la durée du dépouillement s'allonge et plus les accusations de fraudes se multiplient. Faut-il s'inquiéter des trucages à mesure que le temps s'allonge ? Ou s'armer de patience en espérant des résultats crédibles ? Pour répondre à ces problèmes, une solution de centralisation des centres de votes est envisageable.

Après chaque vote, le bulletin correspondant doit être enregistré dans un réseau uniquement accessible aux assesseurs chargés de vérifier le processus électoral. De ce fait, les chances qu'un vote validé en temps réel dans le système soit modifié par la suite sont très réduites. Cela assure donc une très grande transparence. Il est ainsi possible de minimiser les possibilités de fraude électorale même si le maillon faible reste les personnes accréditées elles-mêmes.

Dans notre développement outre l'introduction et la conclusion, nous présenterons notre travail en trois chapitres à savoir le chapitre I qui présente le contexte et les objectifs de notre système, chapitre II qui fait la modélisation du système et le chapitre III présente les technologies et résultats.

## **CHAPITRE I**

### **CONTEXTE ET OBJECTIFS**

## 1. CONTEXTE

A la fermeture des bureaux de votes, l'étape suivante est le dépouillement qui désigne l'ensemble des opérations permettant, dans un bureau de vote, de compter les bulletins de vote et de proclamer les résultats d'une élection (art. L65 du code électoral) [2]. La loi électorale exige que ce dépouillement ait lieu en **public**, en présence des membres du bureau, des délégués des candidats et des électeurs qui souhaitent y assister. Il est effectué par des **scrutateurs désignés** par le bureau parmi les électeurs présents et, à défaut d'un nombre suffisant, par le bureau de vote. Le dépouillement comporte des opérations précises:

La première consiste à **décompter les émargements**, c'est-à-dire les signatures après le vote, afin de les comparer avec le nombre de bulletins trouvés dans l'urne, ce qui doit permettre de révéler une éventuelle erreur ou fraude (en pareil cas, il convient de retenir le moins élevé de ces nombres) ;

La deuxième opération est le **décompte des enveloppes** contenues dans l'urne et, éventuellement, des bulletins sans enveloppe ;

La troisième opération consiste à **ouvrir les enveloppes et à dénombrer les votes**. Le nom inscrit sur le bulletin de vote est lu à haute voix, puis porté sur des feuilles de pointage. Les bulletins déchirés ou portant des mentions manuscrites ou glissés dans l'urne sans enveloppe sont considérés comme nuls et ne sont pas pris en compte. Les bulletins blancs sont comptabilisés séparément et annexés au procès-verbal. Si une enveloppe contient plusieurs bulletins identiques, un seul bulletin est comptabilisé. Si une enveloppe contient des bulletins différents, le vote est nul ;

**L'établissement du procès-verbal** : rédigé en deux exemplaires par le secrétaire, dans la salle de vote, et signé par les membres du bureau et les délégués des candidats s'il y en a, il relate l'ensemble des opérations électorales, les différents incidents, et comprend aussi les éventuelles protestations émises par des membres du bureau.

Pour des cas beaucoup plus complexe, un autre comptage est effectué par des centres de comptages centralisés. Les centres de votes effectuent donc les préparatifs pour la transmission des bulletins aux centres de dépouillements, accompagnée des documents connexes notamment l'inventaire des bulletins.

Un dépouillement centralisé est justifié lorsqu'un certain nombre des circonstances suivantes existent :

- les bureaux de vote ne disposent pas de facilités adéquates pour le dépouillement;
- les représentants de candidats ou de partis, ou les observateurs d'élection nationaux et internationaux ne sont pas assez nombreux pour couvrir adéquatement les bureaux de vote;
- la complexité du type de bulletin de vote exige trop de temps pour le dépouillement dans les bureaux de vote, alors qu'un centre de dépouillement peut disposer d'effectifs

bien formés et de facilités adéquates - un bulletin est considéré complexe s'il comporte plusieurs questions ou si les électeurs doivent faire un choix préférentiel;

- dans un bureau de vote où il y a très peu d'électeurs, le secret du vote peut être mis en danger lors de l'annonce des résultats;
- la nécessité de sauvegarder le secret du vote d'une communauté à cause de possibilités de violence, de représailles ou d'intimidation dans un contexte politique délicat;
- pour des raisons de sécurité, il est plus facile d'assurer la protection de quelques centres de dépouillement plutôt que d'un grand nombre de bureaux de vote;
- un système mécanisé ou informatisé de dépouillement exige la centralisation des activités.

La centralisation du dépouillement diminue la possibilité de reconnaître l'allégeance politique d'une communauté, les résultats étant publiés sur la base du centre de dépouillement plutôt que par bureau de vote. Bien que les bulletins y soient normalement dépouillés par bureau de vote, un centre de dépouillement offre la possibilité de fusionner les résultats, et de protéger le secret du vote des petites communautés.

Même dans les pays où le dépouillement s'effectue principalement dans les bureaux de vote, il peut être administrativement avantageux de centraliser le dépouillement de certains types de bulletins. C'est le cas du vote des absents, militaires, diplomates à l'étranger, réfugiés, détenus ou autres électeurs absents de leur circonscription, peu importe si ces bulletins proviennent de bureaux de vote locaux ou à l'étranger ou s'ils ont été postés directement par les électeurs. Ces bulletins de vote peuvent être acheminés vers des centres de dépouillement et les résultats fusionnés avec ceux des bureaux de vote respectifs auxquels ils se rattachent. Cette procédure allège le processus de dépouillement tout en protégeant le secret du vote des électeurs absents. Le centre de dépouillement peut couvrir la circonscription électorale mais non le pays entier.

Pour assurer le transfert des urnes et du matériel connexe vers le centre de dépouillement, un logistique de transport est nécessaire et aussi un réseau routier de bonne qualité. Des moyens de transport insuffisants ou inexistants peuvent représenter un obstacle de logistique pour la transmission des urnes et du matériel connexe vers le centre de dépouillement. Il importe de disposer de systèmes efficaces pour la transmission, pour la réception et pour l'emménagement des urnes afin de conserver la transparence du vote et du dépouillement et de ne pas affecter la confiance en l'organisme électoral. Des retards dans la publication des résultats pourraient laisser croire que la transmission des urnes et la compilation des résultats sont entachées de fraude et de manipulation.



L'étape de dépouillement est très importante dans le processus électoral, elle doit donc effectuée dans un bref délai afin d'éviter des retards de publication de résultats provisoires provoquant ainsi des attente longues. Cette étape doit être informatisée afin de faciliter non seulement comptage, un accès rapide aux données par circonscription électorale, limiter le risque de se tromper dans le comptage. Ceci attire notre attention et nous conduit à proposer la conception d'un système informatique pour collecter et centraliser les votes pour permettre aux bureaux de vote d'enregistrer les bulletins après le scrutin.

### **1.1. Contexte politique**

Toute technologie électorale doit prendre en considération l'environnement social et politique. La population peut parfois entretenir des attentes irréalistes de la technologie ou encore ne pas y accorder sa confiance.

Des attentes irréalistes peuvent avoir comme effet d'adopter un système qui n'est pas à la mesure de l'attente espérée, surtout si le système adopté n'est pas en mesure d'accomplir les fonctions pour lesquelles il a été choisi ou si des mécanismes adéquats de soutien après son installation ne sont pas prévus. Un manque de confiance envers la technologie peut entraîner des retards dans les échéanciers d'installation ou même en causer l'interruption complète.

Afin d'optimiser les chances de réussite d'une technologie électorale, on peut adopter un nombre de stratégies visant à réduire les attentes irréalistes et la méfiance.

L'opposition bureaucratique envers l'innovation et le changement peut être due à des intérêts particuliers ou personnels dans la continuation du système en vigueur. La crainte que la technologie résulte en une réduction de la main-d'œuvre peut constituer un autre facteur qui peut-être se réalisera. Si c'est le cas, l'organisme électoral doit en être conscient et entreprendre des discussions à cet effet avec le personnel qui pourrait être touché.

La technologie change parfois l'environnement de travail sans pour autant réduire le nombre des effectifs : moins de personnel sera requis pour accomplir des tâches manuelles plus il en faudra plus pour assurer le fonctionnement du système technologique. Dans certains cas, les mêmes personnes pourront accomplir ces différentes tâches sans pertes d'emploi, alors que dans d'autres cas, il sera nécessaire d'effectuer des mises à pied et d'embaucher d'autres employés qui possèdent des aptitudes différentes.

Lorsque l'adoption d'une technologie entraîne des changements importants dans l'environnement de travail, l'organisme électoral devrait adopter une stratégie d'adaptation au changement. Nombreuses sociétés de gestion offrent une formation visant l'adaptation au changement ou encore des conseillers en gestion peuvent recommander des stratégies à adopter. Une stratégie importante d'adaptation au changement consiste à instituer très tôt un

processus de consultation périodique avec tous les intervenants concernés. S'ils sont entièrement au courant des raisons des changements et des bénéfices qu'ils apporteront, ces intervenants seront plus enclins à appuyer le projet surtout si on leur offre l'occasion de contribuer de façon importante à sa planification et à sa mise en œuvre.

Il se peut que l'opposition à l'innovation et au changement provienne du monde politique. Les élections sont, de par leur nature, des activités politiquement délicates et il se peut que l'introduction de la technologie dans les activités électorales produise un effet sur la politique en général. L'adoption d'un système électronique pourrait, par exemple, changer la démographie de l'électorat en mettant plus à leur portée l'exercice même du vote. De là l'importance de consulter très tôt les intervenants et préférablement d'obtenir leur acceptation du projet. Des changements majeurs, comme l'adoption d'un système électronique par exemple, nécessiteront probablement des amendements législatifs, et il est donc essentiel de jouir de l'appui des intervenants politiques envers de tels changements.

L'hésitation à accepter la technologie peut provenir de l'absence de confiance envers la nouvelle technologie elle-même. Elle peut être due à une insuffisance de connaissance ou de compréhension et peut donc être fondée. Dans ces cas, le processus de consultation et une explication des raisons et du but de la technologie proposée peut offrir une connaissance suffisante et en augmenter la compréhension. Si le système envisagé représente un effet important sur le processus électoral même, s'il s'agit par exemple d'équiper chaque bureau de vote d'un système électronique, il sera nécessaire de gagner la confiance des opposants en faisant effectuer des évaluations exhaustives et transparentes du système, de préférence par des vérificateurs externes indépendants.

D'autres personnes, loin d'être méfiantes de la technologie, peuvent s'attendre à des merveilles. Ceux qui n'en connaissent pas la complexité peuvent s'attendre à ce que son simple recours réglera automatiquement un problème. On doit freiner les attentes exagérées afin d'éviter les accusations d'avoir adopté un système de technologie inadéquat. Tout comme dans le cas de ceux qui démontrent de la méfiance, on peut tempérer les attentes irréalistes par une bonne consultation avec ces intervenants, en les informant adéquatement, en faisant preuve de transparence et en évaluant objectivement les risques en regard des bénéfices.

Le degré d'expérience politique des intervenants peut contribuer à son acceptation d'une nouvelle technologie. Une société en voie de transition peut maintenir des attentes exagérées, tout comme elle peut faire preuve de méfiance envers ce système. Un organisme électoral responsable doit être conscient de ces possibilités et être en mesure d'y faire face.

Dans une démocratie bien établie qui jouit d'un environnement politique stable, une résistance au changement peut également exister en maintenant que le système traditionnel fonctionne

bien et qu'il n'est pas justifiable de le changer. Il y a lieu alors de présenter avec conviction les justifications qui motivent l'adoption d'une nouvelle technologie et de démontrer les bénéfices qui en découleront.

Lorsque le processus électoral se déroule dans le cadre d'une mission pour le maintien de la paix, certaines complications peuvent survenir en raison de la nature inhabituelle des organismes bureaucratiques qui font partie de cette mission. Une telle mission est loin de constituer une occasion idéale pour introduire une nouvelle technologie parce qu'elle ne jouit pas d'une structure bureaucratique solide et a habituellement à accomplir une activité de logistique d'envergure. Il pourrait être nécessaire alors d'avoir recours à plusieurs des stratégies que l'on vient d'énoncer.

## **1.2. Contexte Technologique**

Bien que les méthodes manuelles de dépouillement des bulletins de vote imprimés soient encore les plus courantes, le recours à la technologie pour le vote et pour le dépouillement s'avère de plus en plus praticable et efficace.

La technologie offre la possibilité d'améliorer considérablement le processus de dépouillement et de réaliser des économies d'argent et de temps, et elle s'avère plus exacte qu'un procédé manuel. Le processus démocratique en soi peut en bénéficier car la technologie rend des systèmes électoraux complexes plus faciles à utiliser.

### **Technologie et dépouillement manuel des votes**

De plus en plus, on a recours à la technologie pour compter des bulletins de vote déposés manuellement et pour établir des sommaires des résultats d'un centre de dépouillement et du niveau régional ou national. Des produits standardisés et conventionnels de bureautique tels que des tableurs et des logiciels de base de données relationnelles peuvent servir à rassembler les totaux pour produire des sommaires et des rapports aussi bien sous format imprimé qu'électronique.

Il faut s'assurer qu'un système informatisé de dépouillement fonctionne correctement, sinon on risque de compromettre une élection par des erreurs de saisie ou par la perte de données. Avant de les mettre en œuvre, il importe de faire des essais rigoureux des systèmes pour s'assurer qu'ils fonctionnent sans faille, même s'ils ne serviront qu'à la compilation de résultats préliminaires ou pour un temps limité.

Les formulaires d'entrée des données devraient être conçus de manière à simplifier leur entrée et à réduire au minimum les erreurs. La pratique courante est que les formulaires soient

identiques à ce qui apparaîtra sur l'écran de saisie. Lors de la formation des personnes qui complèteront manuellement les formulaires, il importe de souligner l'importance de remplir les formulaires lisiblement et de faire des calculs exacts.

Comme tout autre processus de dépouillement, il est essentiel qu'un mécanisme de freins et contrepoids soit intégré à un système informatisé. Une piste de vérification devrait suivre la progression des calculs. On doit pouvoir extraire des résultats progressifs afin de comparer les totaux produits par le système avec ceux qui ont été saisis. Ainsi, le système ne devrait jamais arriver à un total des votes comptés qui serait supérieur au total des bulletins fournis aux électeurs, à quelque niveau que ce soit.

Les données saisies dans un système informatisé doivent toujours être vérifiées en regard des documents d'origine. On peut le faire en comparant les résultats indiqués par les données saisies à ceux des documents d'origine, ou en faisant effectuer une deuxième saisie par un préposé différent.

Tout système informatisé doit être doté d'un plan d'urgence. Des sauvegardes périodiques sont essentielles et il faudra faire des copies de secours qui devraient être conservées dans un autre lieu si le dépouillement dure un certain temps. Du matériel informatique de rechange doit être disponible en cas de panne. Si on utilise un serveur de réseau, il est bon de disposer d'un deuxième serveur qui entre en fonction en cas d'urgence. Des techniciens en informatique devraient rester sur place pour solutionner les problèmes. Même dans les pays les plus modernisés, on doit prévoir des sources d'énergie électrique de soutien en cas de panne. L'équipement électrique doit être protégé contre les surtensions qui pourraient altérer ou détruire des fichiers. Même de simples précautions, comme la sauvegarde des données de la mémoire vive à un disque dur, sont parfois négligées et peuvent causer de graves problèmes.

Il faut également envisager les pires hypothèses. La conversion à un système totalement manuel devrait demeurer possible au cas où le système informatisé ferait défaut et ne pourrait être réactivé. Des calculatrices portatives sont de précieux outils d'urgence.

### **Technologie de vote et de dépouillement**

La technologie peut même remplacer intégralement le bulletin de vote imprimé. Il est possible de voter directement à l'aide d'équipement mécanisé ou informatisé ou d'utiliser des lecteurs de bulletins imprimés qui éliminent le compte manuel et accélèrent considérablement le processus.

La technologie des derniers 30 ans a permis de développer diverses machines à voter. Les années 50 et 60 ont connu **les systèmes à cartes perforées** qui permettaient à l'électeur de

perforer une carte (au moyen d'un poinçon) en regard du nom du candidat de son choix. Les cartes étaient déposées dans une urne scellée et comptées à la machine à la fin du vote [3].

Durant les années 70, **des lecteurs optiques** ou des systèmes *Optical Mark Reading (OMR)* sont apparus, permettant à l'électeur d'indiquer son choix de candidat ou d'option en faisant une marque sur un bulletin de vote imprimé. Un lecteur optique interprète ces marques et les compte, soit au fur et à mesure ou à la fermeture des bureaux de vote [4].

Un nouveau système a été développé plus récemment, soit le vote électronique à enregistrement direct ou *Direct Recording Electronic (DRE)*. Celui-ci permet à l'électeur d'enregistrer lui-même son vote sur un appareil mécanique électro-optique affichant le bulletin de vote. Le dispositif saisit le choix de l'électeur dans un logiciel et enregistre les données du vote et les images des bulletins dans des dispositifs de mémoire interne. Le système permet soit de produire des rapports des résultats en format imprimé ou de les entreposer dans un dispositif de mémoire amovible.

Par le truchement d'une autre version du *DRE*, une personne peut voter par téléphone, éliminant la nécessité des bureaux de vote. En composant un numéro de téléphone déterminé, l'électeur confirme son identité en composant son numéro d'identification personnel *NIP* sur le clavier téléphonique. Le *NIP* confirme l'admissibilité à voter de l'électeur et son inscription au registre des électeurs. Une voix générée par ordinateur demande à l'électeur de voter en appuyant sur le numéro du clavier correspondant à son choix de candidat, de parti politique ou d'option référendaire. L'ordinateur demande ensuite à l'électeur de confirmer son choix. Les résultats sont emmagasinés progressivement dans un ou plusieurs dispositifs de calcul reliés au réseau téléphonique et comptés instantanément dès la fermeture du vote.

### **Technologie et systèmes électoraux complexes**

Voter à l'aide de moyens mécanisés ou informatisés ou par un lecteur de bulletins de vote est relativement facile lorsque le système électoral est simple, comme un système majoritaire ou un scrutin de liste qui permettent à l'électeur de signaler son choix simplement en faisant une seule marque ou en appuyant sur le numéro du clavier correspondant à son choix de candidat.

Il n'est pas aussi facile d'utiliser ces méthodes dans le cadre d'un système électoral à choix multiples ou qui requiert que l'électeur fasse un choix préférentiel (modalité du scrutin de liste qui permet à l'électeur de modifier l'ordre des candidats qui lui sont proposés dans une liste). Les progrès de la technologie permettront peut-être d'accommoder les systèmes électoraux plus complexes, mais pour le moment ces possibilités sont plutôt limitées.

Présentement, un compromis permet de faire usage de bulletins imprimés tout en ayant recours à des commis pour saisir, dans une banque des données, les diverses marques faites par les électeurs. Un logiciel utilise les données brutes pour calculer les résultats de l'élection.

Cette méthode élimine le classement et le compte des bulletins et est plus rapide et plus exacte qu'un dépouillement manuel.

### **Technologie adaptée au contexte**

Avant d'adopter un système de vote ou de dépouillement informatisé, l'organisme électoral doit se pencher sur les questions suivantes :

- Le recrutement des préposés au vote présente-t-il des difficultés?
- Des irrégularités de dépouillement sont-elles déjà survenues?
- Faut-il diminuer le nombre des effectifs?
- Le bulletin de vote devient-il plus complexe?
- Les rapports de dépouillement tardent-ils à être acheminés?
- Les électeurs doivent-ils attendre trop longtemps pour voter?

Si la plupart des réponses sont affirmatives, il vaut la peine d'évaluer les coûts et bénéfices d'un système informatisé [5].

Mais il convient d'évaluer également les inconvénients :

- Les coûts d'acquisition de l'équipement et des logiciels et du soutien technique pourraient être prohibitifs.
- Les administrateurs, les préposés et les électeurs devront recevoir une formation spéciale pour l'utilisation du système et de l'équipement.
- À chaque scrutin, il faudra assumer les coûts du soutien technique qui pourrait n'être disponible que du fournisseur du système, possiblement de l'étranger et à un coût élevé.
- La disparition des bulletins imprimés pourrait miner la confiance des électeurs et des candidats envers le système.
- Il faudra possiblement maintenir un système distinct de vote et de dépouillement pour les électeurs absents.
- Les coûts de maintenance et d'entreposage de l'équipement pourraient être élevés.
- Les progrès rapides de la technologie électorale pourraient rendre tout système désuet en quelques années.
- Le climat (l'humidité) pourrait affecter le fonctionnement de l'équipement.

### **Transmission informatisée des résultats**

Certains organismes électoraux ont fait l'essai de systèmes de communication informatisés permettant aux préposés des bureaux de vote d'enregistrer les résultats sur un clavier téléphonique en suivant les directives d'un ordinateur-compileur à distance. Ces systèmes

ont toujours recours à des bulletins imprimés et au dépouillement manuel; l'informatisation se limite à la transmission et à la comptabilisation des résultats en provenance des bureaux de vote.

Grâce à ce système, le préposé du bureau de vote compose un numéro de téléphone déterminé et, à la demande d'une voix synthétique, compose son *NIP* fourni par l'organisme électoral. L'ordinateur confirme la validité du *NIP* et demande au préposé de composer le code de la circonscription et du bureau de vote. L'ordinateur énumère les noms des candidats dans l'ordre où ils paraissent sur le bulletin de vote et pour chaque nom, le préposé enregistre sur le clavier téléphonique le nombre de votes obtenus. La voix synthétique répète les chiffres enregistrés et demande au préposé de les confirmer en appuyant sur une touche spécifique du clavier téléphonique. S'il y a erreur, le préposé peut annuler l'opération et la reprendre correctement. Ces opérations se poursuivent jusqu'à ce que tous les résultats d'un bureau soient transmis.

Ce système offre l'avantage d'accélérer la transmission et le calcul des résultats préliminaires d'une circonscription ou du pays, de réduire le nombre de téléphonistes requis pour la réception des résultats et de comptabiliser les résultats. L'inconvénient majeur est la nécessité de disposer, à chaque bureau de vote, de téléphones sur réseau numérique dotés de clavier à boutons. Ceci pourrait s'avérer difficile dans certains milieux où des téléphones analogues à cadran sont encore en usage et où la technologie de réseautique numérique n'est pas encore disponible. Les préposés au vote pourraient ne pas être à l'aise avec cette technologie et avoir besoin d'une longue formation pour acquérir la confiance nécessaire.

L'implantation d'un système informatique et son adaptation aux besoins de l'organisme électoral entraînent des coûts et des délais importants. Ces coûts pourraient s'avérer excessifs en comparaison des coûts à court terme d'embauche et de formation des ressources pour la collecte téléphonique verbale des résultats.

### **Internet et Web mondial**

Avec un plus large accès aux réseaux publics informatisés, les préposés au vote pourraient venir à afficher les résultats d'élection directement sur le Web mondial ou sur une autre interface de l'autoroute de l'information qui est en essor continu. Certaines administrations ont déjà connu un certain succès dans leurs tentatives pour afficher instantanément leurs résultats d'élection sur Internet à l'intention d'un auditoire mondial.

L'avenir pourrait même voir le vote s'effectuer par Internet. La confirmation de l'identité des électeurs représente cependant un défi considérable sur le plan de la sécurité. Avant que des systèmes de vote par Internet ou que d'autres interfaces de calcul et de transmission



deviennent plus couramment fiables, il faudra élaborer des méthodes d'identification des électeurs économiques et simples.

## 2. Objectifs

La sécurité des systèmes informatiques se cantonne généralement à garantir les droits d'accès aux données et ressources d'un système en mettant en place des mécanismes d'authentification et de contrôle permettant d'assurer que les utilisateurs des dites ressources possèdent uniquement les droits qui leur ont été octroyés.

Les mécanismes de sécurité mis en place peuvent néanmoins provoquer une gêne au niveau des utilisateurs et les consignes et règles deviennent de plus en plus compliquées au fur et à mesure que le réseau s'étend. Ainsi, la sécurité des données doit être étudiée de telle manière à garantir la disponibilité, l'authentification, la confidentialité.

L'objectif de notre système est donc de :

- ✓ Faciliter le comptage des voix et bulletins,

L'enregistrement des données (bulletins de vote) dans le système après le vote au niveau des bureaux ou centres de votes constitue un moyen efficace pour faciliter le comptage. L'organisation en charge des élections aura donc plus ou moins une connaissance de l'évolution de la phase de dépouillement, ainsi elle pourra savoir assez facilement le taux participation par circonscription électorale.

- ✓ centraliser les résultats électoraux le plus rapidement possible,

Après la saisie et le stockage des données dans une base données gérer par le système, les informations saisies seront classées par circonscription électorale et accessibles en clair depuis notre tableau de bord par les utilisateurs du système. Ils auront connaissance des résultats des différents centres de votes. Cette facilité d'accès aux résultats plus rapidement limite également le temps d'attente des résultats.

- ✓ publier des résultats définitifs dans un temps record,

Une fois la phase de dépouillement terminée, et que tous les bulletins enregistrés ont été transmis aux différents centres de dépouillements pour une décompte pour vérifier la conformité des résultats avec ceux saisis, les résultats définitifs du scrutin peuvent être publiés par la commission électorale.

- ✓ Garantir la disponibilité des données,

Facilité l'accès aux données, il faut s'assurer de la disponibilité des données c'est dire qu'une fois les données saisies (enregistrement des votes pour les utilisateurs du système) dans le système informatique, elles doivent être sauvegardées en sécurité et mises à la disposition des utilisateurs tout en prenant garde que leur intégrité ne soit pas compromise durant leur traitement.



Pour assurer la disponibilité des données tout en réduisant les risques, il importe de considérer deux questions, soit la nécessité de s'assurer qu'il sera possible de les récupérer au besoin soit l'importance des copies de secours pour éviter les pertes de données que pourraient occasionner des défaillances du système.

Il est toutefois primordial de conserver l'intégrité de ces données. Seuls les usagers qui auront à utiliser les données dans l'accomplissement de leurs fonctions, surtout celles à caractère sensible, devraient y avoir accès. Cet accès peut être accordé par le recours à des mots de passe et peut être restreint en prévoyant l'ouverture de session.

Certains utilisateurs peuvent obtenir l'accès à des données sans pour autant avoir la permission de les modifier. Les autorisations d'ouverture de session et les mots de passe peuvent encore dans ces cas être accordés exclusivement à ceux qui ont effectivement la responsabilité et la tâche de modifier les données.

Lorsque des utilisateurs sont autorisés à modifier les données, on doit réduire au minimum les possibilités d'erreurs en faisant effectuer la vérification des changements apportés.

✓ Garantir l'authentification,

Tout le monde n'accède pas aux données enregistrées, des droits d'accès sont fournis aux différents utilisateurs du système. Seuls les utilisateurs ayant une permission « **Directeur** » peuvent apporter des changements aux données sauvegardées. Les utilisateurs dont la permission est « **Secrétaire** », ne peuvent que consulter les données enregistrées. La mise à jour et l'insertion des données est donc assurée par les utilisateurs ayant une permission « **Directeur** »

✓ Garantir la confidentialité,

Consiste à assurer que seules les personnes autorisées aient accès aux ressources échangées c'est-à-dire uniquement les utilisateurs ayant une permission pourront effectués des actions de consultation ou de mise à jour. Ainsi, les chances qu'un vote validé en temps réel dans le système soit modifié par la suite sont très réduites. Tout le monde peut en effet voir les enregistrements, mais seules les personnes accréditées peuvent entrer les données. Cela assure donc une très grande transparence. Il est ainsi possible de minimiser les possibilités de fraude électorale même si le maillon faible reste les personnes accréditées elles-mêmes.

## CHAPITRE II

### MODELISATION DU SYSTEME

## II.1. Spécification

**Une spécification:** permet de déterminer les fonctionnalités que doit posséder le logiciel c'est-à-dire l'ensemble des exigences explicites à satisfaire par le système

### II.1.1. Spécification fonctionnelle

Il faut en permanence garder à l'esprit la nécessité de spécifier les besoins en termes de fonctions à résoudre et non sous de solution. Elle doit être complète et cohérente.

#### II.1.1.1. Périmètre fonctionnel

Cette étape consiste à identifier les différentes fonctionnalités du système coté utilisateur et administration

Le tableau ci-dessous identifie les fonctionnalités dont vont avoir besoin chaque acteur pour se servir du système.

Objectifs	Acteurs	Impacts	Fonctionnalités
Collecter & Centraliser	Secrétaire	Consulter	Espace résultats
		Trouver le site	Nom de domaine
	Directeur	Saisir les bulletins de Votes	Intégration page d'aide
		Annuler /modifier	Mise à jour /suppression
	Administrateurs	Attribuer les rôles	Back office
		Editer le site	

**Tableau 1 : Tableau des fonctionnalités du système**

a. Les fonctionnalités en Front office

- Consulter les résultats en ligne,
- Liste des candidats,
- Enregistrer, Modifier / annuler un bulletin de vote,
- Saisir son identifiant.

b. Les fonctionnalités en Back office





- Attribuer les rôles,
- Editer le site,

### II.1.2. Spécification technique

La spécification est une documentation des méthodes, des procédés et des technologies sélectionnées pour faire face aux contraintes de réalisation du projet. La rédaction de cette section est réservée aux spécialistes du métier. Pour un projet informatique, la rédaction est réalisée par un technicien.

Dans d'autre cas, la spécification technique est rédigée par le chef de projet, qui est lui-même un technicien polyvalent. La réussite de la rédaction de celle-ci est très importante pour la suite du projet.

Choix de technologies

Besoins	Contraintes	Solution
<ul style="list-style-type: none"> <li> Gestion des résultats,</li> <li> Gestion de l'interface de vote,</li> <li> Collecter les votes</li> <li> Gestion des enregistrements</li> </ul>	Temporelle et budgétaires	HTML, CSS, PHP, SQL, JavaScript, phpMyAdmin,

**Tableau 2 : tableau de spécification technique**

## II.2 CONCEPTION

La conception est la phase créative d'un projet d'ingénierie. Le but premier de la conception est de permettre de créer un système ou un processus répondant à un besoin en tenant compte des contraintes. Le système doit être suffisamment défini pour pouvoir être installé, fabriqué, construit et être fonctionnel, et pour répondre aux besoins du client [6].

### II.2.1 Conception générale

La modélisation du métier vise à mieux connaître le fonctionnement et les règles qui régissent le système organisationnel dans lequel on envisage implanter un nouveau système informatisé. Si l'on souhaite que le système informatique à concevoir corresponde aux exigences réelles du métier ciblé, il est vital de bien identifier les objectifs, les priorités, les règles de gestion et les processus clés de l'organisation avant toute tentative d'informatisation. C'est ainsi que nous allons commencer par présenter la méthode MERISE et le langage de modélisation qui n'est autre qu'UML.

## 1. La méthode MERISE

MERISE est une méthode de conception, de développement et de réalisation de projets informatiques. Le but de cette méthode est d'arriver à concevoir un système d'information. La méthode MERISE est basée sur la séparation des données et des traitements à effectuer en plusieurs modèles conceptuels et physiques.

La séparation des données et des traitements assure une longévité au modèle. En effet, l'agencement des données n'a pas à être souvent remanié, tandis que les traitements le sont plus fréquemment.


Le modèle entité-association est apparu dans les travaux des chercheurs, entre 1972 et 1975[7] lors des travaux du français MOULIN puis de TARDIEU, TEBOUL etc. Il a été rendu célèbre dans le monde entier par l'américain Peter CHEN, à la suite d'une publication intitulée "The Entity-Relationship Model" (ACM, Transaction on Database Systems, 1976).

La méthode MERISE date de 1978-1979 [8], et fait suite à une consultation nationale lancée en 1977 par le ministère de l'Industrie dans le but de choisir des sociétés de conseil en informatique afin de définir une méthode de conception de systèmes d'information. Les deux principales sociétés ayant mis au point cette méthode sont le CTI (Centre Technique d'Informatique) chargé de gérer le projet, et le CETE (Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement) implanté à Aix-en-Provence.

Il existe des logiciels permettant de construire des schémas entités-associations et d'en analyser les conséquences logiques, puis de construire les tables associées aux modèles de manière entièrement automatique. Ces logiciels sont appelés AGL (atelier de génie logiciel) ou CASE suivant leur puissance. Les logiciels TRAMIS, AMC\*Designer, SELECT en sont des exemples.

A ce jour tous les spécialistes français et/ou latins du domaine de l'analyse orientée base de données se servent de ce modèle comme outil de communication des applications SGBDR. Il est présent de manière transparente ou plus visible, dans la plupart des logiciels de construction d'applications de bases de données comme ACCESS, PARADOX, ORACLE, SQL Server, Informix, Ingres, Sybase... Il n'est en revanche pas adapté aux bases de données purement objet comme O2 de Ardent Software... même si l'on admet la nouvelle dérive de MERISE orientée objet !

MERISE définit trois niveaux de description du système d'information :

 le niveau conceptuel,

Le niveau conceptuel consiste à concevoir le SI en faisant abstraction de toutes les contraintes techniques ou organisationnelles et cela tant au niveau des données que des traitements. Le niveau conceptuel répond à la question Quoi ? (le quoi faire, avec quelles données).

Le formalisme Merise employé sera :


- Le **Modèle Conceptuel des Données (MCD)**

Le MCD est une représentation graphique de haut niveau qui permet facilement et simplement de comprendre comment les différents éléments sont liés entre eux à l'aide de diagrammes codifiés.

- Le **Modèle Conceptuel des Traitements (MCT)**

Le modèle conceptuel des traitements « **Modèle Evènement-Résultat** » permet de traiter la dynamique du système d'information, c'est-à-dire les opérations qui sont réalisées en fonction d'événements.

Ce modèle permet donc de représenter de façon schématique l'activité d'un système d'information sans faire référence à des choix organisationnels ou des moyens d'exécution, c'est-à-dire qu'il permet de définir simplement ce qui doit être fait, mais il ne dit pas quand, comment ni où...

 le niveau organisationnel,

Le niveau organisationnel a comme mission d'intégrer dans l'analyse les critères liés à l'organisation étudiée. Le niveau organisationnel fera préciser les notions de temporalité, de chronologie des opérations, d'unité de lieu, définira les postes de travail, l'accès aux bases de données...

Les questions posées, au niveau des traitements, sont :

- Qui ?
- Où ?
- Quand ?

Le formalisme Merise employé sera :

- Le **Modèle Organisationnel des Données (MOD)**,
- Le **Modèle Organisationnel des Traitements (MOT)**

Le MOT décrit avec précision l'organisation à mettre en place pour réaliser une ou le cas échéant, plusieurs opérations *figurant dans le MCT*. C'est-à-dire le MOT reprend le MCT mais en se préoccupant de l'organisation, on rajoute la question supplémentaire qu'on ne se pose pas dans le mct : qui fait quoi ?

 le niveau physique.

Description interne des données en fonction du logiciel SGBD, définition des contraintes, description de l'architecture des traitements, la spécification détaillée de la programmation (algorithmique).

Répond à la question COMMENT ? AVEC QUOI ?

Le formalisme Merise employé sera :

- Le **Modèle Physique des Données** (MPD)

Le MPD (Modèle physique des données) est la dernière étape de l'analyse. Le MPD n'est autre qu'une liste de tables avec pour chacune d'elle les colonnes faisant partie de cette table. Il s'obtient par calcul à partir du MCD.

- Le **Modèle Physique des Traitements** (MPT).

## 2. Langage UML

UML, c'est l'acronyme anglais pour « Unified Modeling Language ». On le traduit par « Langage de modélisation unifié ». La notation UML est un **langage visuel** constitué d'un ensemble de schémas, appelés des **diagrammes**, qui donnent chacun une vision différente du projet à traiter. UML nous fournit donc des diagrammes pour **représenter** le logiciel à développer : son fonctionnement, sa mise en route, les actions susceptibles d'être effectuées par le logiciel, etc.

UML regroupe plusieurs types de diagrammes, chacun d'eux étant dédié à la représentation des concepts particuliers d'un système logiciel.

**Diagramme de cas d'utilisation** : il montre les interactions fonctionnelles entre les acteurs et le système à l'étude.

**Diagramme de classes** : il montre les briques de base statiques : classes, associations, interfaces, attributs, opérations, généralisations, etc.

**Diagramme de séquence** : il montre la séquence verticale des messages passés entre objets au sein d'une interaction.

### II.2.2 Conception détaillée

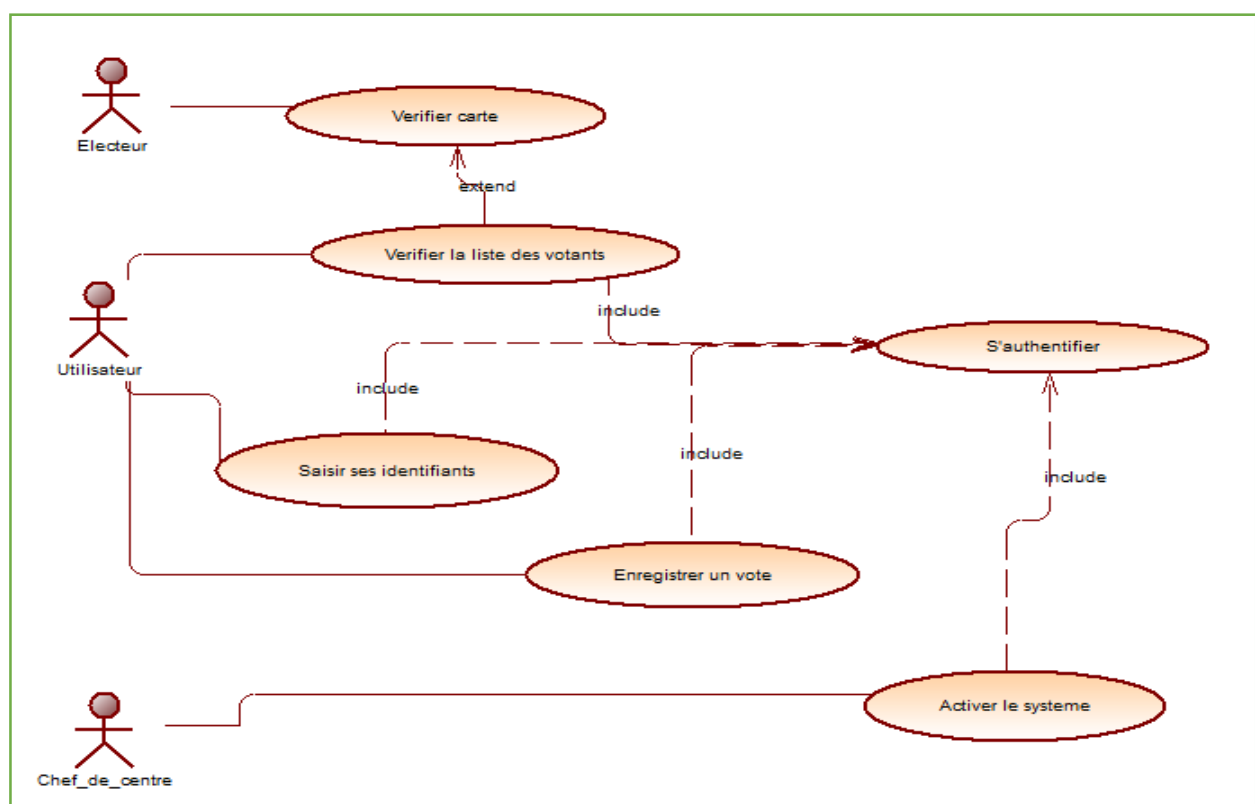
#### II.2.2.1. Diagramme de cas d'utilisation

A l'aide de POWERAMC, nous avons réalisé le diagramme de cas d'utilisation ci-dessous. POWERAMC est un logiciel de conception créé par la société SDP, qui permet de réaliser les traitements informatiques et leurs bases de données associées.

**POWER AMC** est l'un des premiers outils qui permet d'élaborer des modèles de données que cela soit MERISE, UML ou autre, de manière graphique et de les implémenter quel que soit le SGBD et ce de manière automatique. De même, l'outil permet de modéliser les processus métiers. Le lien entre la modélisation des données et la modélisation des processus peut être effectué, offrant ainsi aux entreprises qui possèdent POWER AMC / AMC Designer l'opportunité de mettre en œuvre un référentiel unique des développements et des processus que ceux-ci soient informatisés ou non.

Aussi Power AMC est une force dans tout nouveau projet d'entreprise car il permet d'identifier avec précision quels processus, quelles personnes et/ou quelles données seront impactés. L'estimation et maîtrise des coûts en est grandie[9].

La connaissance des fonctionnalités à implémenter est essentielle pour établir le diagramme de cas d'utilisations de l'application. Une fois encore, l'étude réalisée pour la compréhension du système a permis d'avoir des éléments solides pour lister les fonctionnalités à implémenter et faciliter la réalisation de ce diagramme de cas d'utilisation. Dans cette section, nous allons détailler les différents diagrammes de cas d'utilisation réalisés



**Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation**

La figure ci-dessus représente le diagramme de cas d'utilisation du système, à savoir celui qui explique le fonctionnement du système. Comme nous pouvons le constater, les acteurs principaux de ce diagramme sont le chef de centre, l'électeur et l'agent du centre de vote (Utilisateur du système). Le système doit donc pouvoir leur permettre de gérer les enregistrements des bulletins de votes, et pour cela implémenter des fonctionnalités comme la consultation de la liste, les enregistrements de votes, en fonction de leur état, la recherche ainsi que toutes les fonctionnalités CRUD (Create Read Update Delete) en général. Les agents d'un autre service sont également des acteurs de ce diagramme.



Description textuelle du diagramme de cas d'utilisation.

a. Cas d'utilisation : ENREGISTRER UN VOTE

- Nom du cas d'utilisation : Enregistrer un vote,
- Objectif : enregistrer le choix des électeurs,
- Acteur : Utilisateur du système,
- Pré condition : S'authentifier, Vérification sur la liste des électorale, recevoir le bulletin de vote.
- Post condition : Néant,
- Scenario : Renseigner le vote et valider.

b. Cas d'utilisation activer l'interface des votes.

- Nom du cas d'utilisation : activer l'interface de vote,
- Objectif : autoriser les votants à exprimer leurs opinions,
- Acteur : chef de centre,
- Pré condition : S'authentifier,
- Post condition : Néant,
- Scenario : activation de l'interface d'enregistrement de votes.

c. Cas d'utilisation : saisir ses identifiants.

- Nom du cas d'utilisation : Se connecter.
- Objectif : Vérifier l'identité de l'utilisateur.
- Acteur : Utilisateur du système,
- Pré condition : Etre utilisateur,
- Post condition : Accès à l'espace de travail,
- Scenario :
  - L'utilisateur saisir ses identifiants.
  - Vérification des coordonnées par le système.
  - Accès au tableau de bord.

d. Cas d'utilisation : vérifier carte.

- Nom du cas d'utilisation : vérifier carte.
- Vérifier la présence de l'électeur sur la liste électorale.
- Acteur : Utilisateur et électeur.
- Pré condition : être électeur.
- Post condition : bénéficier d'un bulletin de vote.

➤ Scenario :

- L'électeur se présente à agent.
- L'agent vérifie la présence de l'électeur sur la liste électorale.
- L'électeur bénéficie d'un bulletin de vote en cas de présence sur la liste électoral.

## II.2.2.2 Diagramme de classe

Le diagramme de classe ci-dessous présente les classes de notre système.

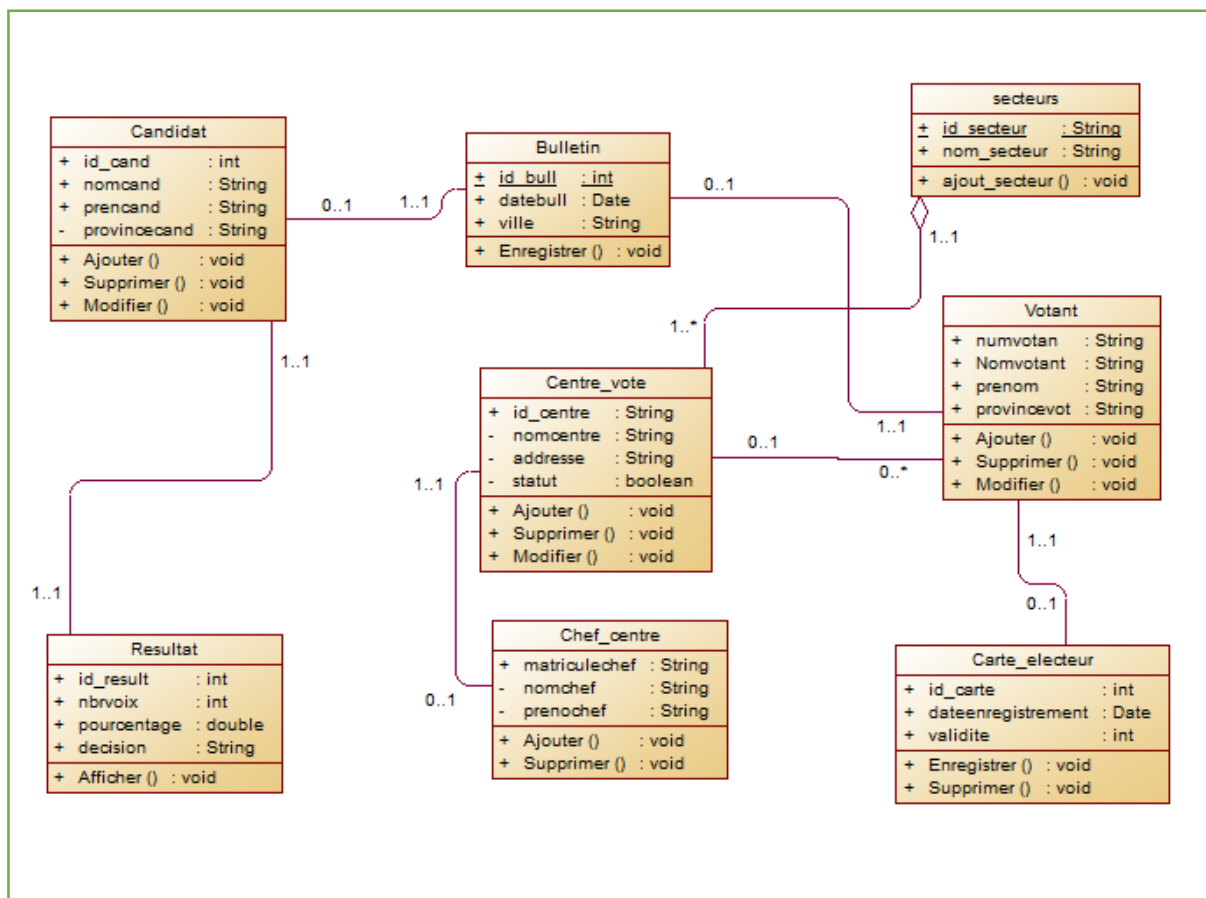
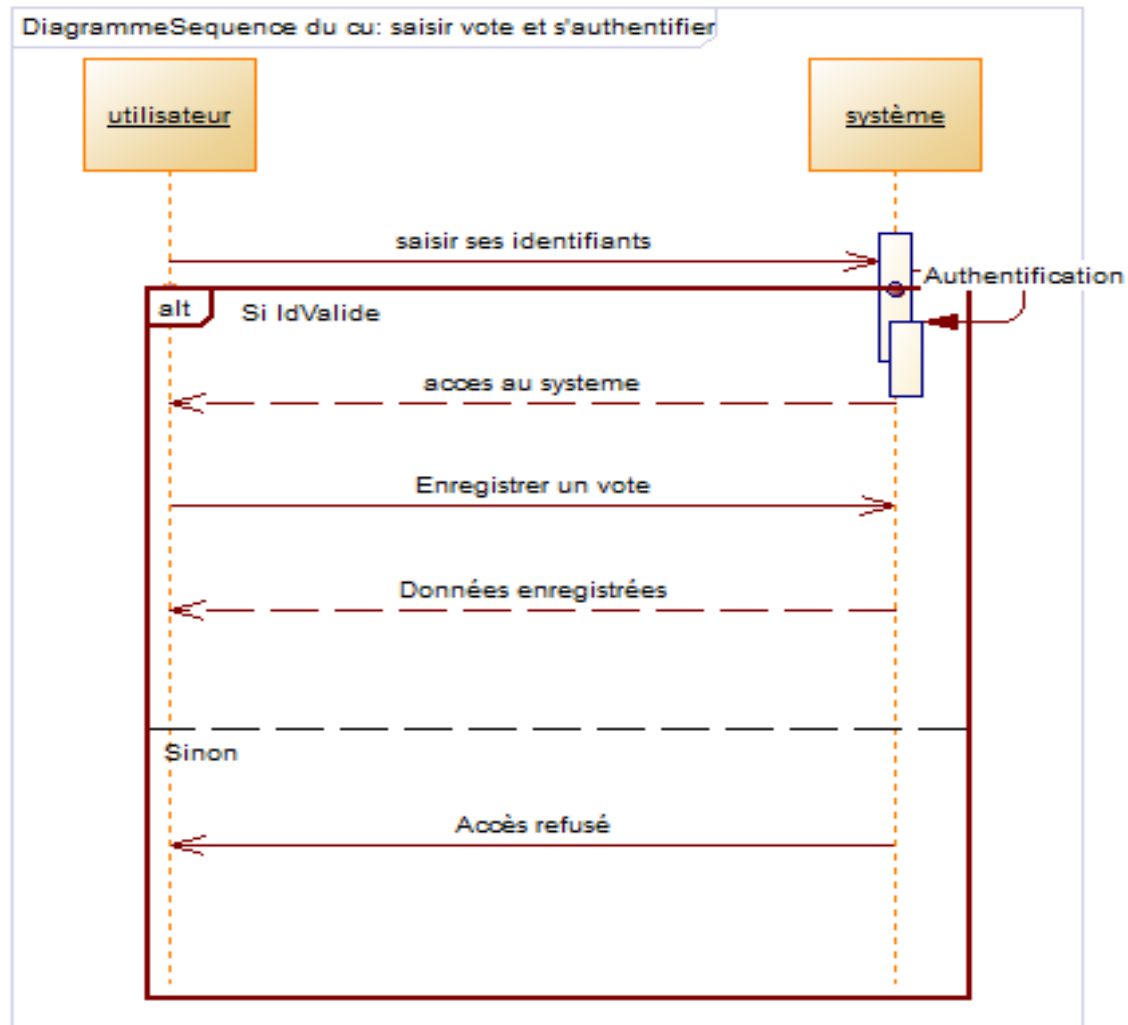


Figure 2 : Diagramme de classe du système

### II.2.2.3 Diagramme de séquence

Le diagramme suivant montre comment le processus de vote se déroule dans notre futur système.



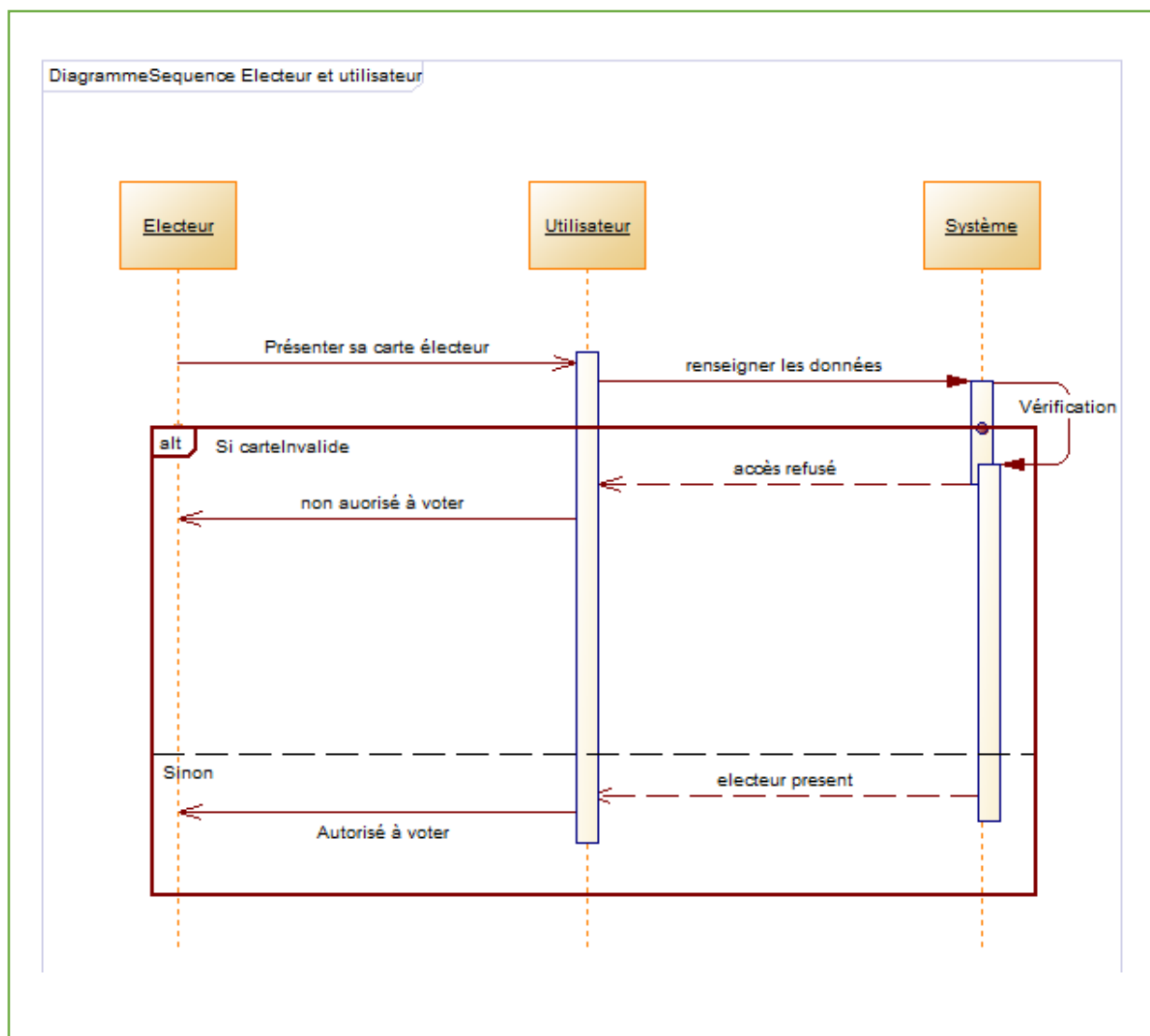
**Figure 3 : Diagramme de séquence**

La figure ci-dessus montre les interactions entre un utilisateur et le système. Comme on peut l'observer, l'utilisateur communique avec le système en effectuant les actions suivantes :

- ✚ Connexion : l'utilisateur renseigne ses identifiants, le système vérifie si l'utilisateur est enregistré dans la base de données. L'utilisateur accède à l'interface de travail si le système reconnaît ce dernier comme un agent du système électoral.

- ✚ Après la vérification de l'identité de l'utilisateur, il peut effectuer les opérations d'enregistrement de données dans le système, et peut également effectuer d'autres actions en fonction de son statut (permission).

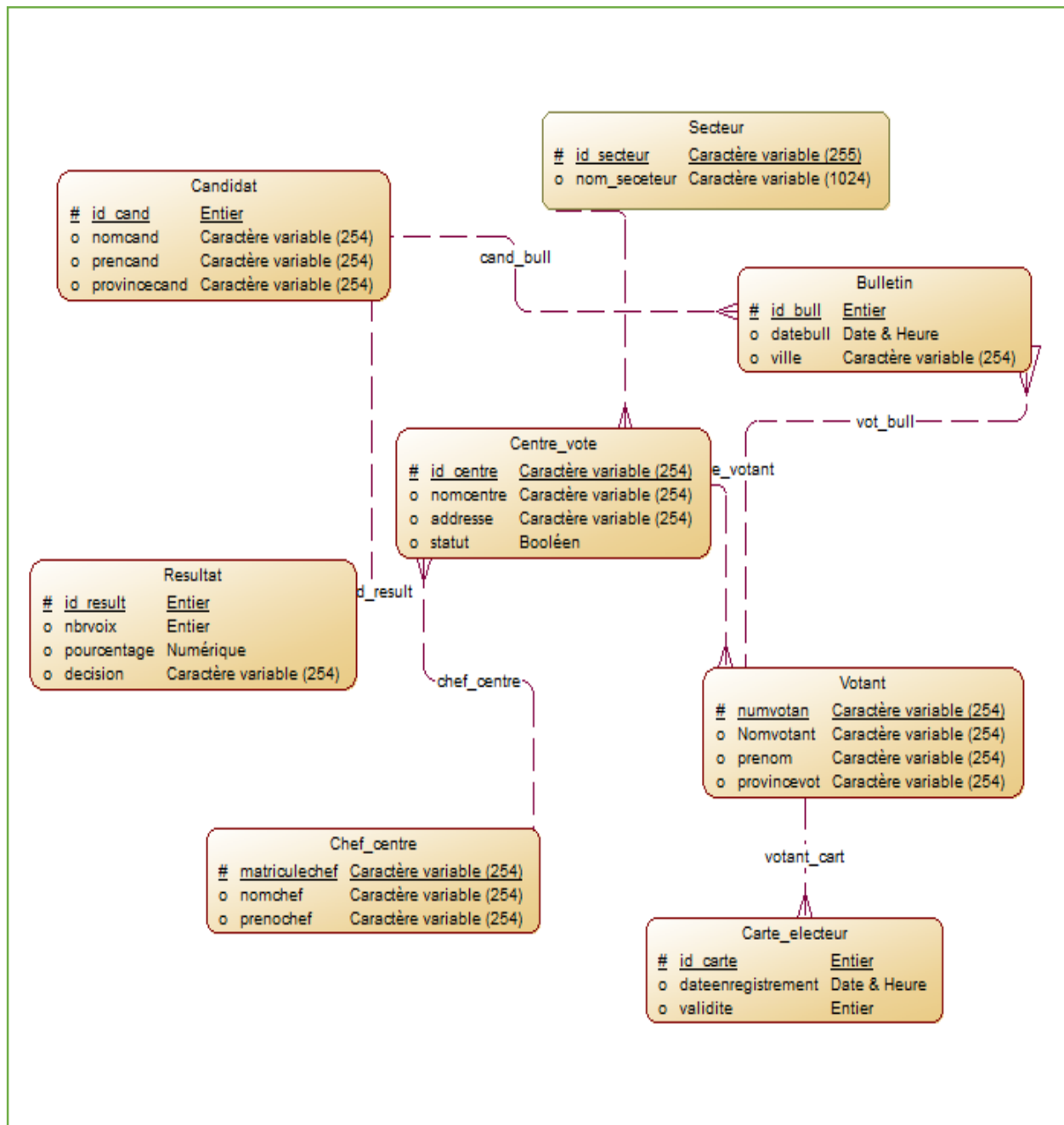
## II.2.2.4 Diagramme de séquence utilisateur, électeur et le système



**Figure 4 : Diagramme de séquence montrant les échanges entre électeur, agent et système**

La figure ci-dessus montre les interactions entre les électeurs et les agents. Comme on peut le remarquer, un électeur se présente à un agent. L'agent vérifie si l'électeur en question est bien présent sur la liste électorale avant de lui permettre de continuer. Une fois la présence est vérifiée, l'électeur peut avoir un bulletin de vote et aller dans l'isoloir pour effectuer son choix.

## II.2.2.5. Modèle Conceptuel de Données



**Figure 5 : model conceptuel données du système**

Le MCD de la **figure 5** présente les données qui seront utilisées par le système d'information. Il s'agit donc d'une représentation des données, facilement compréhensible, permettant de décrire le système d'information à l'aide d'entités.

### II.2.2.6. Le modèle logique de données

Le modèle logique des données consiste à décrire la structure de données utilisée sans faire référence à un langage de programmation. Il s'agit donc de préciser le type de données utilisées lors des traitements [10].

Ci-dessous la représentation de notre système sous forme d'un modèle logique de données

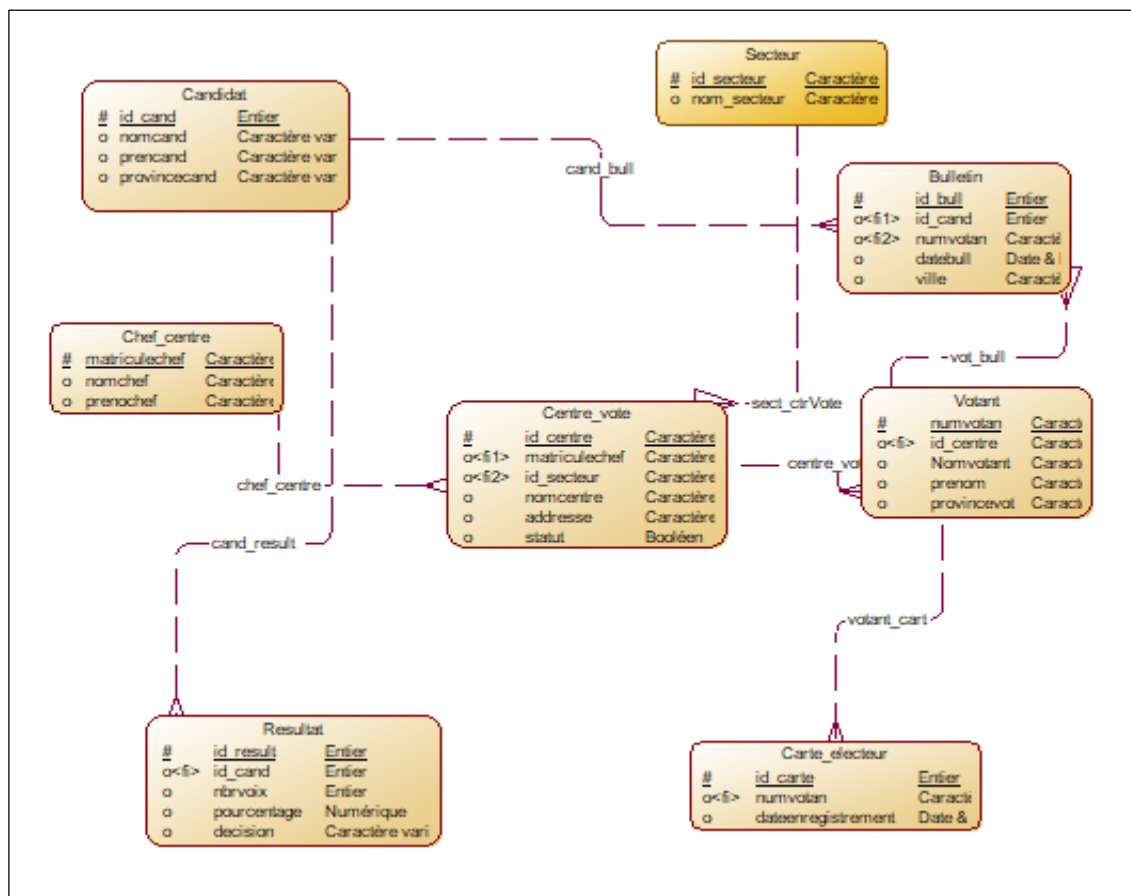


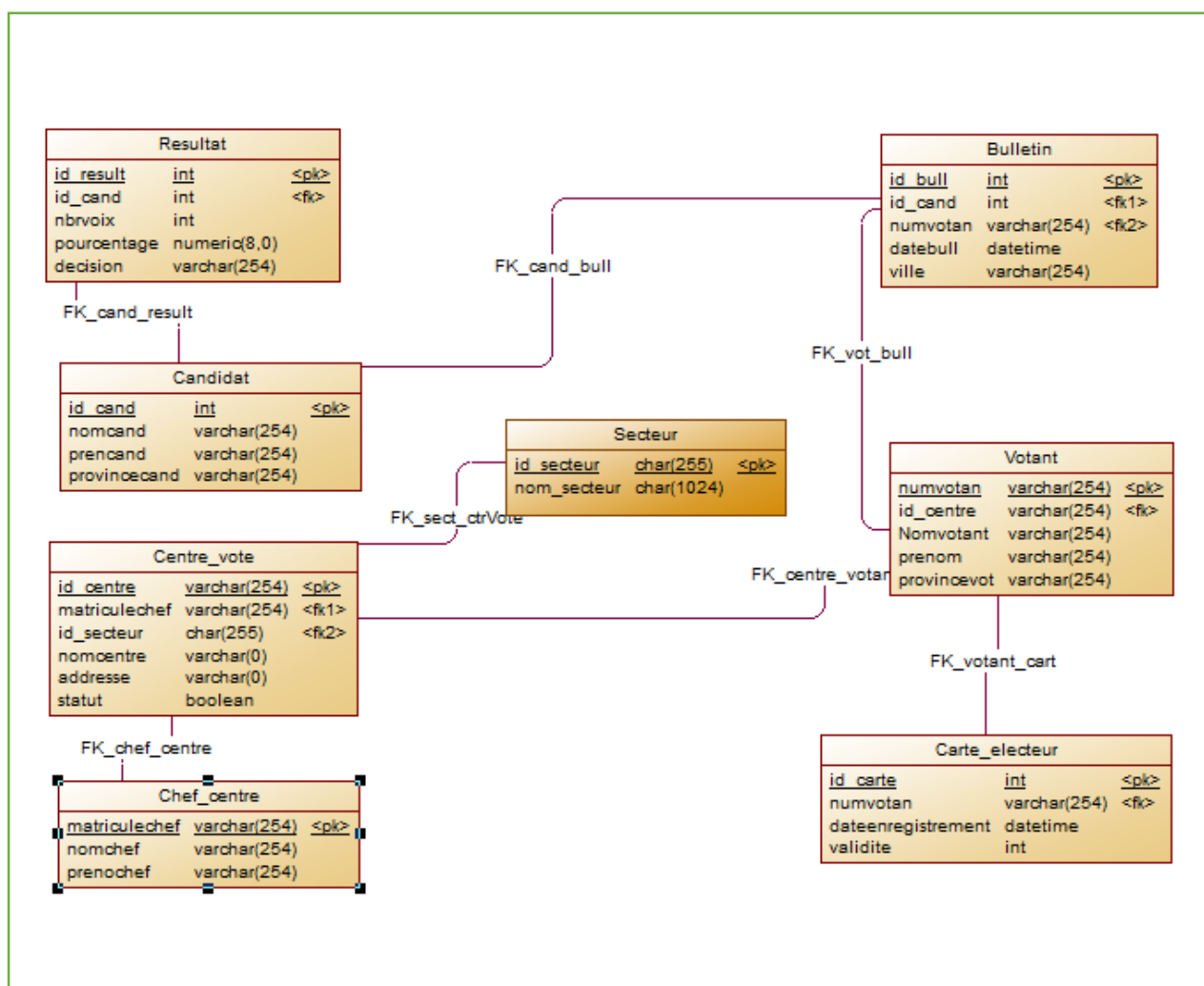
Figure 6 : Modèle logique de données

### II.2.2.7. Modèle Physique de données

Après le MCD et le MLD, passons à la réalisation du MPD, qui consiste à construire la structure finale de la base de données avec les différents liens entre les éléments qui la composent.

- ❖ Les **entités** se transforment en **tables** ;
- ❖ Les **propriétés** se transforment en **champs** (ou attributs) ;

- ❖ Les propriétés se trouvant au milieu d'une relation génèrent une nouvelle table ou glissent vers la table adéquate en fonction des cardinalités de la relation ;
- ❖ Les **identifiants** se transforment en **clés** et se retrouvent soulignés. Chaque table dispose d'au moins d'une clé dite primaire ;
- ❖ Les **relations** et les **cardinalités** se transforment en champs parfois soulignés : il s'agit de créer des « clés étrangères » reliées à une « clé primaire » dans une autre table.



**Figure 7: Modèle Physique de Données**

La figure 7 présente la base de données de notre système, elle est composée de huit tables. Chaque table est reliée à au moins une autre table ce qui se traduit par la présence de clé étrangère.

**Une clé étrangère en bases de données** est un mécanisme simple qui permet de garantir l'intégrité référentielle entre les données de différentes tables. Concrètement, la clé étrangère oblige une table à être liée aux données d'une autre table.

## CHAPITRE III

# TECHNOLOGIES ET RESULTATS



## III.1 TECHNOLOGIES

### 1. Choix des technologies

#### 1.1. Choix de langage de programmation

Le langage de programmation utilisé va beaucoup influencer sur le projet et la manière dont celui-ci sera développé, en fonction des avantages et des inconvénients du langage. Il convient de le choisir en considérant les besoins de l'entreprise, pour éviter de devoir changer de langage en cours de projet, ce qui constituera une perte de temps considérable. De plus, un langage optimisé et facile à apprendre permettra d'avoir une meilleure optimisation de la charge du CPU, ce qui aura pour conséquence de préserver le matériel et de faciliter la maintenance.

Pour choisir un langage de programmation adéquat, il convient de comparer les langages disponibles. Il existe cependant une grande quantité de langages avec lesquels il est possible de réaliser une application. Il convient donc de limiter de façon pertinente le nombre de langages pris en compte dans le cadre d'une comparaison.

#### Choix des langages étudiés

Le critère de choix d'un langage de programmation est lié au fait que l'application doit être accessible depuis un navigateur web. Cependant, il existe une gamme de technologie à comparer.

Au vu de la grande quantité de langages disponibles, il nous faut choisir les principales technologies à comparer. Les langages choisis compteront parmi les plus connus et les plus utilisés. Pour cela, nous nous baserons sur les statistiques du site [11].

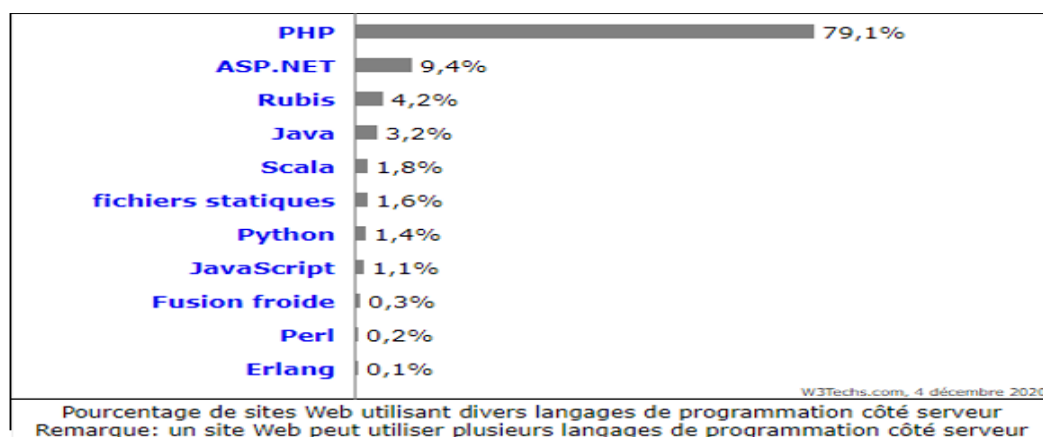


Figure 8: classement des langages de programmation

Ainsi donc, après analyse de l'histogramme du document 8, nous avons retenu uniquement les langages les plus répandus et les plus connus sur le web en général. Ceux-ci sont au nombre de 5 : PHP, JavaScript, Java, C# (ASP.NET) et Ruby (on Rails). Choisir des langages très utilisés permet de bénéficier d'un meilleur support au moment du codage de l'application, et donc de développer une application plus rapidement. Cela permet également d'obtenir un outil plus robuste en suivant les conseils de développeurs plus expérimentés et de faciliter la maintenance ou l'évolution du produit par des personnes extérieures au projet. En effet, plus ces personnes auront accès à des ressources variées, plus il leur sera facile de trouver des réponses à leurs problèmes.

### 1.1.1 Comparaison des 5 langages de programmation

Une fois les langages retenus, il a fallu comparer ceux-ci entre eux en fonction de plusieurs critères en rapport avec le projet.

**PHP** est un acronyme qui signifie « PHP : Hypertext Processor ». Il s'agit d'un langage de script Open Source très utilisé et spécialement conçu pour le développement web. Il est plus souvent utilisé côté serveur qui va interpréter le code PHP et générer la page HTML en conséquence. Sa syntaxe s'inspire du C, du Java et de Perl. Il est peu typé donc facile à apprendre par un débutant.

PHP permet, entre autre, de collecter des données de formulaires, créer des pages web de manière dynamique ou d'envoyer ou recevoir des cookies.

Il peut être utilisé sur les systèmes d'exploitation les plus répandus tels que Linux, Solaris, OpenBSD, Microsoft Windows ou Mac OSX. Il est également présent sur de nombreux serveurs web comme Apache ou IIS.

Il permet de programmer de deux manières différentes, à savoir en procédural ou en orienté objet. De plus, il est possible d'utiliser des objets Java comme des objets PHP de manière transparente dans une application PHP. Il supporte un grand nombre de bases de données dont entre autre MySQL.

Il est également possible de générer divers documents à la volée avec PHP, comme des images ou des fichiers PDF.

Enfin, le langage permet de communiquer avec différents protocoles comme LDAP, IMAP, SNMP, NNTP, POP3 ou encore HTTP.

**Le C#** est un langage de programmation orienté objet commercialisé par Microsoft depuis 2002. Il est utilisé au sein du Framework .NET de Microsoft. Ce langage est utilisé dans un environnement ASP.NET dans le cas d'une utilisation pour le web.

Le C# est un langage typé dérivé du C++. Il comporte un système de gestion d'exceptions. Il y a beaucoup de similarité entre C# et Java.

Il est, à l'origine, destiné à être essentiellement utilisé sur Windows. Cependant, il existe de solutions alternatives, telles que Mono, pour utiliser C# sur des systèmes d'exploitation comme Linux ou Mac OSX.

L'avantage de ce langage est qu'il est fortement couplé avec les outils Microsoft et permet ainsi de mieux interagir avec eux. Par exemple, il est possible de générer des documents Microsoft WORD via la technologie OLE Automation.

Le langage possède de nombreux composants pour communiquer avec d'autres protocoles comme IMAP et POP3 ou encore pour l'utilisation de sockets.

**Ruby** est décrit comme un langage de script orienté objet. Il a pour but de combiner le meilleur des langages de programmation procéduraux et fonctionnels pour les adapter dans le monde des langages script.

Il est utilisé dans Apache pour générer des pages web et dans PostgreSQL où des commandes Ruby sont exécutées sur le serveur de base de données. Son interpréteur fonctionne sur de nombreux systèmes d'exploitation tels que les systèmes Linux, Microsoft Windows ou encore Mac OSX.

Ruby possède de nombreuses bibliothèques de fonctionnalités, appelés des gems, qui peuvent être adjointes au langage. Le langage possède également un gestionnaire de paquets appelé RubyGems qui permet d'installer ces gems. Parmi elles, on retrouve des bibliothèques pour permettre de communiquer avec le protocole POP3 pour l'envoi de mails, MySQL pour la gestion des bases de données. Il existe également des bibliothèques qui permettent de générer des documents PDF.

**JavaScript** est un langage de programmation web orienté prototype, contrairement aux autres langages de programmation. Ce paradigme permet, entre autre, de moduler les prototypes à volonté en leur ajoutant des attributs et des méthodes. Il s'agit d'un langage interprété.

JavaScript a longtemps été un langage destiné à être téléchargé et exécuté chez le client. Cependant, ces dernières années ont vu la montée de nouvelles API et plateformes telles que NodeJS développé par Google, qui permettent d'utiliser la puissance de JavaScript à la fois chez le client et sur le serveur. Ainsi les développeurs peuvent coder la totalité de leur application dans un seul langage pour permettre une meilleure coordination du client et du serveur.

Les frameworks implémentant JavaScript sur le client et le serveur exploitent, entre autre, les sockets et permettent également au serveur d'envoyer des informations vers le client sans que celui-ci ait besoin d'envoyer de requête au préalable. Cela permet d'introduire une dimension « temps réel » et monitoring dans les applications qui n'est pas disponible avec les autres langages de programmation. Les interpréteurs JavaScript sont disponibles sous plusieurs systèmes d'exploitation comme Linux, Mac OSX ou Windows.

### 1.1.2. Langages retenus : PHP et JavaScript

Le choix du langage s'est finalement porté sur **PHP et JavaScript**. En effet, PHP est un langage facile d'apprentissage, accessible sur la plupart des systèmes d'exploitations et très populaire sur le web, ce qui permet un meilleur support et une meilleure maintenance. De plus, il s'agit d'un langage déjà éprouvé depuis plusieurs années et donc assez robuste pour répondre aux besoins de l'entreprise, qui veut s'appuyer sur des technologies matures et fiables pour fonctionner de manière optimale. Enfin, il est assez facile d'apprentissage, ce qui permettra à de futurs développeurs de maintenir ou de faire évoluer rapidement l'application.

**Le JavaScript :** **JavaScript** est un langage de scripts principalement employé dans les pages web interactives mais aussi pour les serveurs.

JavaScript a été préféré à Perl car JavaScript côté serveur est une technologie montante et qui s'avère très efficace, de par la nature même du langage. Une grande communauté se construit autour de JavaScript ainsi que de nombreux projets Open Source orientés web, par rapport à Python et Perl. De plus, grâce à certaines technologies comme Apache Cordova, il est possible d'étendre le site web réalisé à une application mobile. Il est donc possible par la suite de voir notre application fonctionner nativement sur tablette ou smartphone en ne la codant qu'une seule fois en JavaScript, ce qui offre de grandes perspectives en termes d'évolution de l'application.

### 1.1.3. Présentation des technologies utilisées pour le développement du système

- **Le HTML** : L'Hypertext Markup Language, généralement abrégé HTML, est le format de données conçu pour représenter les pages web. C'est un langage de balisage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. Nous avons choisi ce langage pour présenter les pages de notre future solution ; Le HTML est facile à manipuler pour la présentation des pages.
- **Le CSS** : Les feuilles de style en cascade, généralement appelées CSS de l'anglais Cascading Style Sheets, forment un langage informatique qui décrit la présentation des documents HTML et XML. Les standards définissant CSS sont publiés par le World Wide Web Consortium (W3C). CSS devient couramment utilisé dans la conception de sites web et bien pris en charge par les navigateurs web. CSS est si simple et facile pour la définition de mise en forme des pages de notre application.
- **SQL** : SQL (Structured Query Language, traduit Langage de requêtes structuré) est un langage de définition de données (LDD, ou en anglais DDL Data Definition Language), un langage de manipulation de données (LMD, ou en anglais DML, Data Manipulation Language), et un langage de contrôle de données (LCD, ou en anglais DCL, Data Control Language), pour les bases de données relationnelles.

### 1.2. Choix du système de gestion de base de données

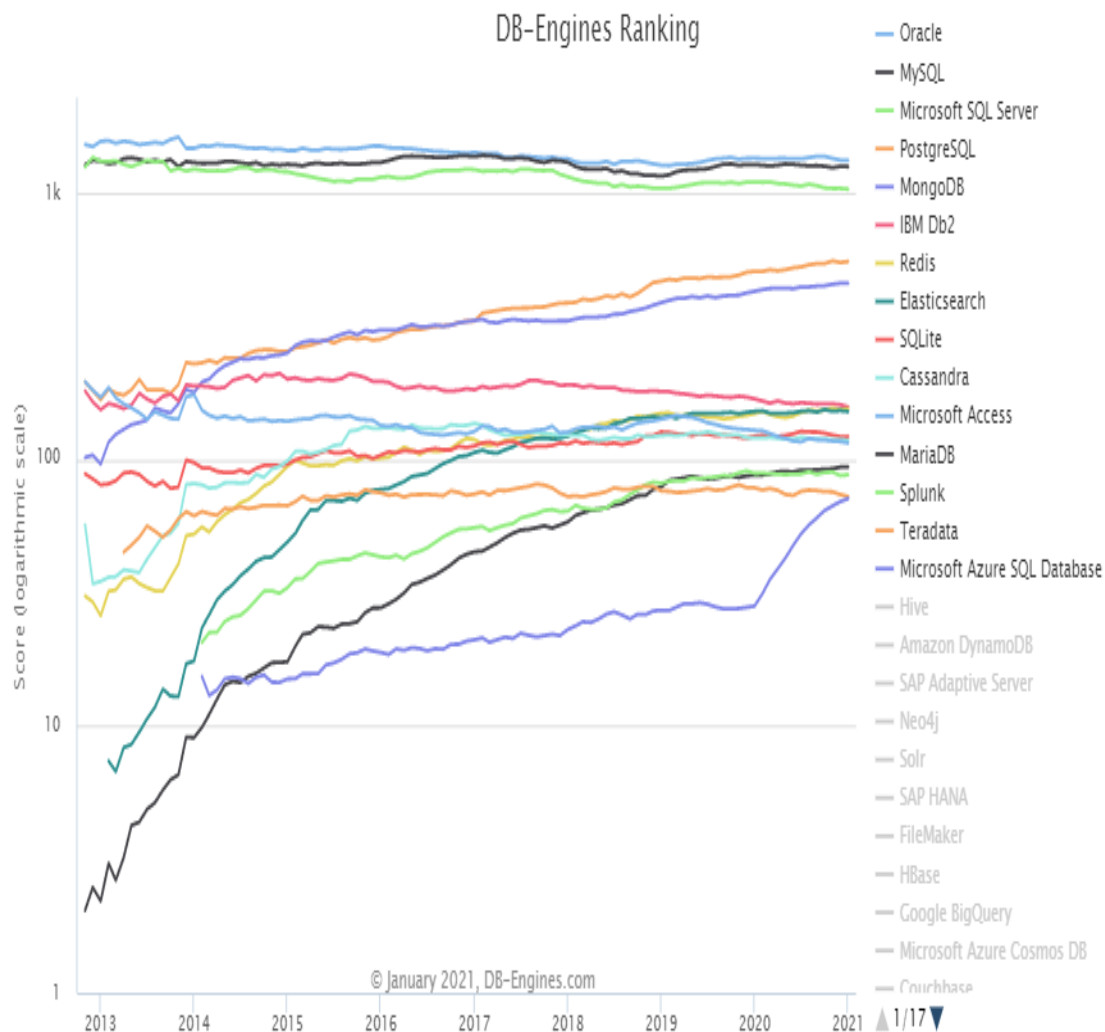
Une fois les langages choisis, la question de la base de données à utiliser est aussi très importante. Toujours dans l'optique d'une optimisation de l'outil, il faut choisir le système de gestion de bases de données le plus efficace possible. Son adéquation avec les besoins du programme impacte directement le temps de développement et la stabilité du système. Le tableau ci-après nous donne une liste de système de gestion de base de données.

350 systems in ranking, January 2020

Rank			DBMS	Database Model	Score		
Jan 2020	Dec 2019	Jan 2019			Jan 2020	Dec 2019	Jan 2019
1.	1.	1.	Oracle	Relational, Multi-model	1346.68	+0.29	+77.85
2.	2.	2.	MySQL	Relational, Multi-model	1274.65	-1.01	+120.39
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server	Relational, Multi-model	1098.55	+2.35	+58.29
4.	4.	4.	PostgreSQL	Relational, Multi-model	507.19	+3.82	+41.08
5.	5.	5.	MongoDB	Document, Multi-model	426.97	+5.85	+39.78
6.	6.	6.	IBM Db2	Relational, Multi-model	168.70	-2.65	-11.15
7.	7.	8.	Elasticsearch	Search engine, Multi-model	151.44	+1.19	+8.00
8.	8.	7.	Redis	Key-value, Multi-model	148.75	+2.51	-0.27
9.	9.	9.	Microsoft Access	Relational	128.58	-0.89	-13.04
10.	11.	10.	SQLite	Relational	122.14	+1.78	-4.66

**Figure 9: classement de la popularité des SGBDs en 2020[12]**

La figure ci-dessus représente le classement des 10 systèmes de gestion de base de données les plus utilisés. On retrouve ainsi Oracle en tête de liste, suivi de MySQL, Microsoft SQL Server, MongoDB et PostgreSQL. Ce seront donc les 5 SGBDs retenus pour notre comparatif, en vue de choisir le meilleur pour notre application. Parmi eux, les 3 premiers sont des bases relationnelles, tandis que MongoDB est une base orientée document (NoSQL) et PostgreSQL est une base relationnelle objet.



**Figure 10 : Evolution de la popularité des SGBDs [13]**

Le graphique de la figure 8 illustre un fossé certain entre les 3 premiers SGBDs et les deux suivants, à savoir PostgreSQL et MongoDB en termes de popularité. Cela s'explique en partie par le fait que ces deux derniers SGBDs soient récents et ont un fonctionnement assez différent des autres SGBD. Ce fonctionnement sera détaillé dans la présentation des solutions dans la partie suivante.



### 1.2.1. Présentation des Systèmes de gestion de bases de données (SGBD)

**Oracle:** est un système de gestion de base de données relationnelle objet. Il est développé par Oracle Corporation, a été distribué pour la première fois en 1980. Il est implémenté en C et C++ et est disponible sur la plupart des systèmes d'exploitation (Linux, Solaris, OSX, Windows). Il est également compatible avec une grande variété de langage de programmation, dont PHP. Il respecte le principe des transactions ACID.

**MySQL:** est le deuxième SGBDs le plus populaire d'après le classement réalisé par le site dbengines.com. Il s'agit d'une base de données relationnelle open-source sous licence GPLv2. Elle est également développée par Oracle Corporation, anciennement par MySQL AB et Sun Microsystems. La première version a été distribuée en 1995. MySQL est implémenté en C et C++ et est disponible sous FreeBSD, Linux, Solaris, OSX et Windows. Il supporte également une grande variété de langages, dont PHP et respecte également le principe des transactions ACID.

**Microsoft SQL Server:** est un système de gestion de base de données développé par Microsoft et sorti en 1989. Disponible sous licence commerciale, une licence gratuite est également disponible mais est limité en termes de fonctionnalités. Actuellement dans sa version 2014, Microsoft SQL Server est développé en C++ et supporte moins de langage qu'Oracle et MySQL. Il respecte lui aussi le principe des transactions ACID.

**MongoDB:** est un système à part, comparé à ceux présentés ci-dessus. En effet, il s'agit d'une base de données orientée document, faisant partie de la mouvance NoSQL. Cette tendance vise à gérer les bases de données de manière transparente, sans avoir recours, comme son nom l'indique, au SQL classique, dans un souci de simplicité. Ce sont des bases de données prévues pour des applications dites Big Data. Dans MongoDB, ce principe s'applique par la manipulation d'objets au format BSON (JSON Binaire). Conçu par MongoDB Inc, la première version de MongoDB a été publiée en 2009, ce qui en fait le plus récent de tous les SGBDs étudiés. Il est open-source et disponible sous licence AGPL v3. Implémenté en C++, il supporte une grande variété de langage modernes et anciens, dont entre autre PHP, et est disponible sous Linux, OSX, Windows et Solaris.

**PostgreSQL** est un SGBD qui tend à monter en notoriété depuis plusieurs années déjà. Il est souvent vu comme l'alternative à MySQL. PostgreSQL est vu comme une base de données relationnelle assez particulière car orientée objet. Il possède des extensions objet permettant de définir des fonctions en base de données et d'appliquer les principes d'héritage. Ce type de base de données est très utiles lorsque les données stockées sont très complexes et que le stockage des relations objets tels que l'héritage présentent un intérêt certain. Sa première version est sortie en 1989, sous licence BSD. Il est implémenté en C, supporte moins de langages que les autres. PHP ne fait pas réellement partie de sa liste de langages compatibles, cependant PHP intègre la librairie « pgsql » pour permettre de réaliser des applications avec PostgreSQL.



## Conclusion

Après la présentation des systèmes de gestion de bases de données, le critère de choix porte sur la popularité des SGBD présenté. Deux SGBD ont retenu mon attention : MySQL et PostgreSQL. Dans les deux cas, il s'agit de SGBD très populaires, très répandus et gratuits.

Cependant, ils se différencient de par ce qu'ils implémentent. MySQL est le SGBD le plus répandu. Celui-ci est connu pour être très robuste et constitue une valeur sûre du web. PostgreSQL est quant à lui, vu comme l'alternative à MySQL. Il est également très robuste. Cependant MySQL implémente des bases de données de type relationnel, tandis que PostgreSQL implémente des bases de données de type objet. Ces dernières bases de données sont très intéressantes dans le cas de structures objet complexes nécessitant de faire intervenir des notions comme l'héritage. Dans notre application, la notion d'héritage est très peu présente car les objets restent assez indépendant des autres objets en terme d'héritage. Ils présentent plus de relations d'appartenance entre eux que de relations d'héritage. Ainsi donc, MySQL sera plus approprié, d'autant plus que la plupart des informations présentes sur internet font référence à MySQL.

### 1.3. Choix de FRAMEWORK CSS

Les feuilles de style en cascade, ou en anglais, Cascading StyleSheet (CSS), forment un langage informatique décrivant la manière dont les éléments d'une interface HTML doivent être affichés. Introduit dans les années 1990, CSS est un langage utilisé par tous les navigateurs. C'est le langage standard pour la réalisation d'interfaces web riches.

L'utilisation de framework CSS permet, comme dans le cas du framework PHP, d'améliorer la maintenabilité du code, son évolution, et plus généralement le design de l'application, la rendant ainsi plus agréable à utiliser. De plus, la plupart de ces frameworks implémentent des notions comme le design responsive qui permettent à l'application d'être universelle et de s'adapter à tout type d'écran. Nous choisirons donc de comparer 4 frameworks, parmi les plus connus, en vue de gagner du temps à la fois pour la production, la maintenance et l'évolution de l'application. Il est difficile d'obtenir des statistiques concernant la popularité d'utilisation des frameworks CSS. Cependant, plusieurs noms reviennent très souvent sur les sites consacrés au design. Parmi eux, on retrouve : Bootstrap, UIKit, Foundation et Skeleton.

#### 1.3.1. Présentation des FRAMEWORKS CSS

**Bootstrap** est un framework front-end gratuit pour le développement web. Il contient plusieurs outils utiles à la réalisation de sites interactifs. Il permet entre autres de concevoir plus facilement un design responsive qui va permettre d'adapter l'affichage de l'application à tout type d'écran. Il fait partie des frameworks les plus populaires. Bootstrap est un framework très récent. Il a été conçu en 2010 par deux développeurs de chez Twitter : Mark Otto et Jacob

Thornton. Son but était de diminuer les coûts de maintenances dus aux incohérences entre les différentes bibliothèques existantes. Il est conçu pour être compatible avec tous les navigateurs majeurs tels que Google Chrome, Firefox, Safari ou encore Opera. Il fonctionne également en mode dégradé sur des navigateurs plus anciens. Le concept de Bootstrap est basé sur les grilles. Chaque élément de l'interface se situe à l'intersection d'une ligne et d'une colonne. Cette grille sert d'armature à la totalité de l'interface et est également très pratique en termes de design responsive. Le framework est publié sous licence MIT.

**UIKit:** est un framework de développement front-end de site web. Il a été développé par la société YOOtheme. Il a pour avantage d'être plus léger et plus modulaire que les autres. Il est également facile à personnaliser et peut être étendu avec des thèmes. Comme Bootstrap, UIKit fonctionne sur le système de grilles pour permettre d'adapter plus facilement l'interface réalisée à tous types d'écrans. Il est compatible avec tous les navigateurs récents et est distribué sous licence MIT.

**Foundation:** est un projet open-source créé par la société de design Zurb. Il fournit une grille de design HTML responsive ainsi que des composants d'interfaces standardisés (boutons, champs de texte, formulaires etc.) et réutilisables. Foundation utilise SASS comme préprocesseur CSS par rapport aux autres qui utilisent LESS, ce qui modifie la syntaxe standard des éléments à l'intérieur du framework. Il inclut également des composants et plugins JavaScript. Foundation utilise, comme la plupart des frameworks CSS, le système de grille pour permettre de développer des applications responsives. Il est publié sous licence MIT.

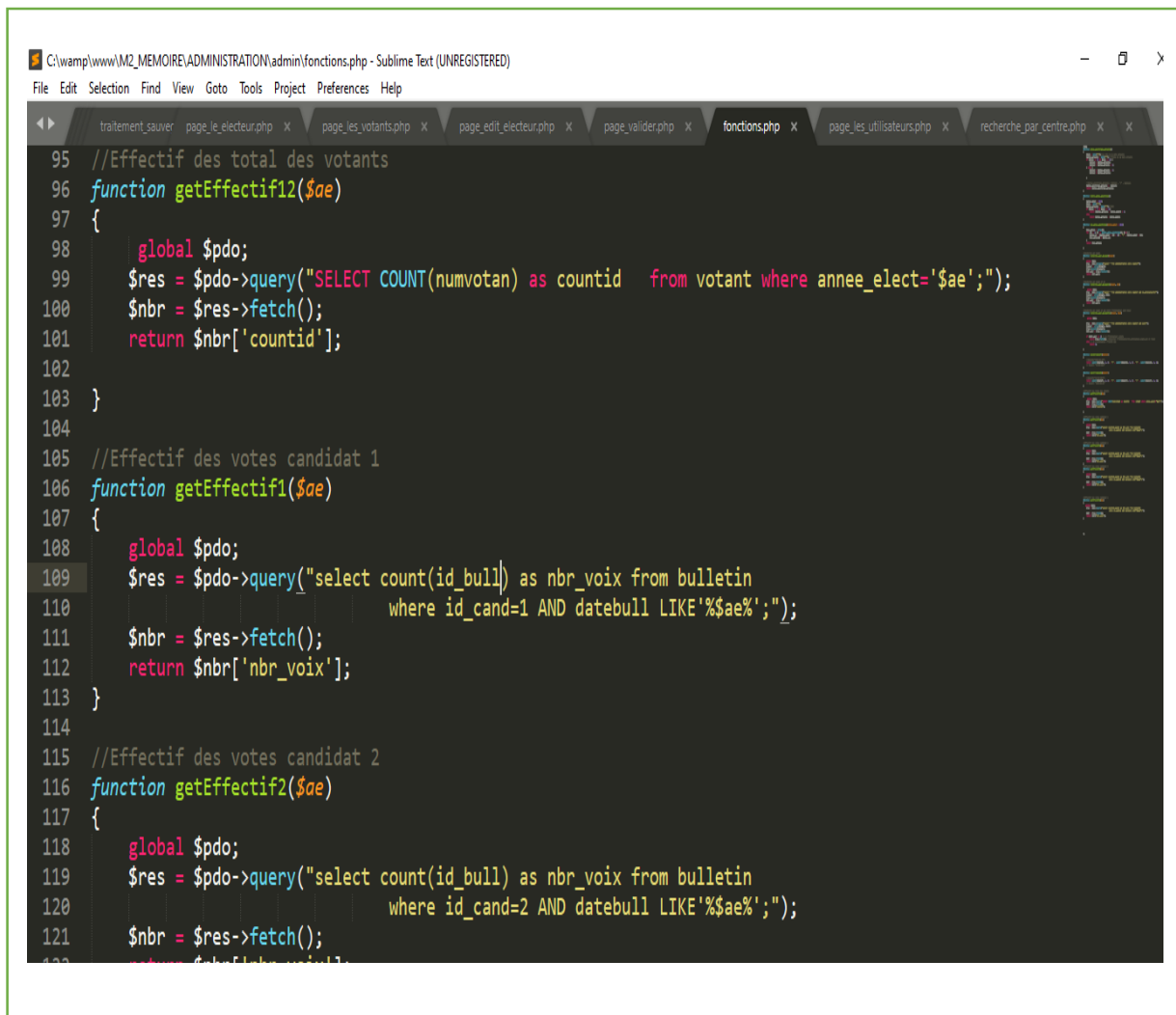
**Skeleton:** est également un projet open-source développé par Dave Gamache. Il permet de prototyper rapidement des interfaces et accélère également le développement des interfaces web en général, et ce quelle que soit leur dimension. Cependant, Skeleton est différent des autres solutions car il s'agit d'un kit de développement. En effet, il ne donne qu'une grille responsive par rapport à ses éléments HTML. Il n'inclut pas de thème par défaut, il permet simplement, comme son nom l'indique, d'avoir un squelette d'interface autour duquel construire son propre design.

### 1.3.2. Framework CSS retenu

Bootstrap est Open Source, il est complet et compatible avec tous les navigateurs (anciens ou récents), il présente un nombre important de modules et d'extensions. La documentation disponible est tout aussi impressionnante. Il fonctionne sur un système de grille en douze colonnes avec un affichage adapté pour différentes tailles d'écran et il est possible de personnaliser les fichiers CSS.

Aussi, nous avons utilisés quelques outils de développement tels que :

- Sublime Text est un éditeur de texte générique codé en C++ et Python, disponible sur Windows, Mac et Linux. Le logiciel a été conçu tout d'abord comme une extension pour Vim (VI *iMproved*, version améliorée de Vi, riche en fonctionnalités). Depuis la version 2.0, sortie le 26 juin 2012, l'éditeur prend en charge 44 langages de programmation majeurs, tandis que des plugins sont souvent disponibles pour les langages plus rares. Nous avons choisi sublime Text en optimisant de nombreuses fonctions tout en conservant une facilité d'utilisation et une certaine convivialité.



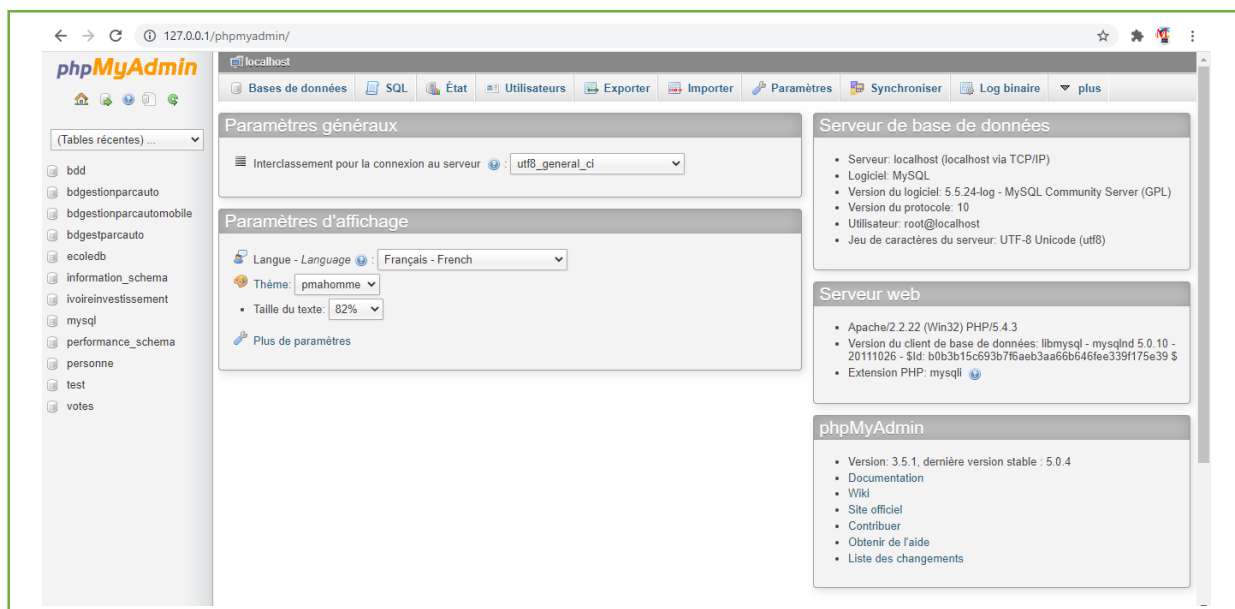
```
95 //Effectif des total des votants
96 function getEffectif12($ae)
97 {
98     global $pdo;
99     $res = $pdo->query("SELECT COUNT(numvotan) as countid from votant where annee_elect='$ae'");
100     $nbr = $res->fetch();
101     return $nbr['countid'];
102 }
103
104 //Effectif des votes candidat 1
105 function getEffectif1($ae)
106 {
107     global $pdo;
108     $res = $pdo->query("select count(id_bull) as nbr_voix from bulletin
109                       where id_cand=1 AND datebull LIKE '%$ae%'");
110     $nbr = $res->fetch();
111     return $nbr['nbr_voix'];
112 }
113
114 //Effectif des votes candidat 2
115 function getEffectif2($ae)
116 {
117     global $pdo;
118     $res = $pdo->query("select count(id_bull) as nbr_voix from bulletin
119                       where id_cand=2 AND datebull LIKE '%$ae%'");
120     $nbr = $res->fetch();
121     return $nbr['nbr_voix'];
122 }
```

Figure 11 : Interface Sublime Text

- *phpMyAdmin* (PMA) est une application Web de gestion pour les systèmes de gestion de base de données MySQL réalisée principalement en PHP et distribuée sous licence GNU GPL. C'est l'une des plus célèbres interfaces pour gérer une base de données MySQL sur un serveur PHP.

C'est l'une des plus célèbres interfaces pour gérer une base de données MySQL sur un serveur PHP. De nombreux hébergeurs, gratuits comme payants, le proposent ce qui évite à l'utilisateur d'avoir à l'installer.

Cette interface pratique permet d'exécuter, très facilement et sans grandes connaissances en bases de données, des requêtes comme les créations de table de données, insertions, mises à jour, suppressions et modifications de structure de la base de données, ainsi que l'attribution et la révocation de droits et l'import/export. Ce système permet de sauvegarder commodément une base de données sous forme de fichier .sql et d'y transférer ses données, même sans connaître SQL.



**Figure 12 : interface phpMyAdMin**

- **PowerAMC:**

Ce logiciel, édité par Powersoft est un outil de modélisation de systèmes d'information. L'outil propose de décrire un système d'information sous la forme d'un modèle conceptuelle de données (Modèle Entité- Association), il permet de générer le modèle physique (MPD) et logique (MLD) correspondant au MCD, de le modifier, puis de l'exporter vers une base de données. Plusieurs SGBD cibles sont possibles.

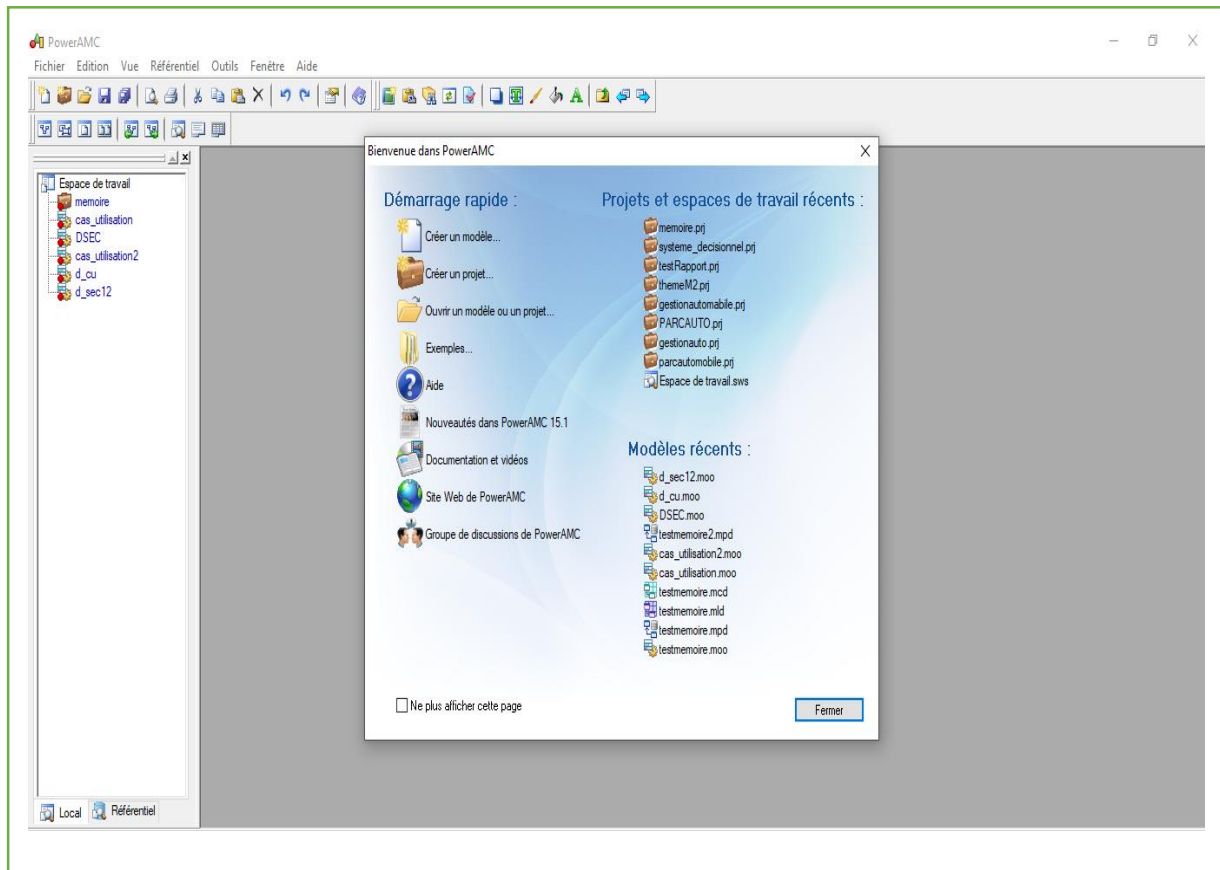
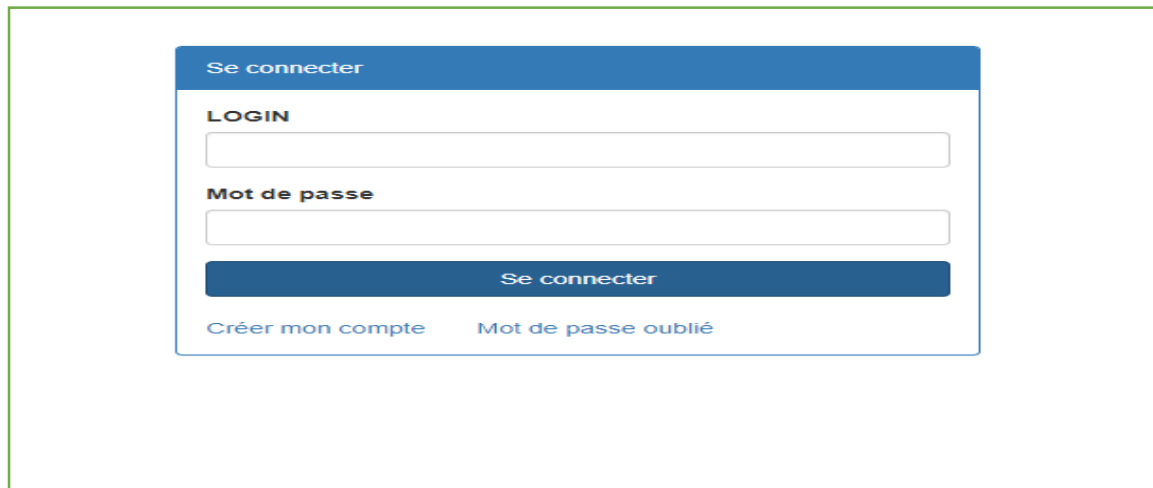


Figure 13 : interface PowerAMC

## III.2. RESULTATS

Dans cette partie, nous allons donner certaines vues de notre système.

### 2.1. Page d'accueil du système



The screenshot shows a login form titled "Se connecter". It contains two input fields: "LOGIN" and "Mot de passe". Below the fields is a blue button labeled "Se connecter". At the bottom, there are two links: "Créer mon compte" and "Mot de passe oublié".

Figure 1 4: interface de connexion au système.

### 2.2. L'interface affichant les taux de participation

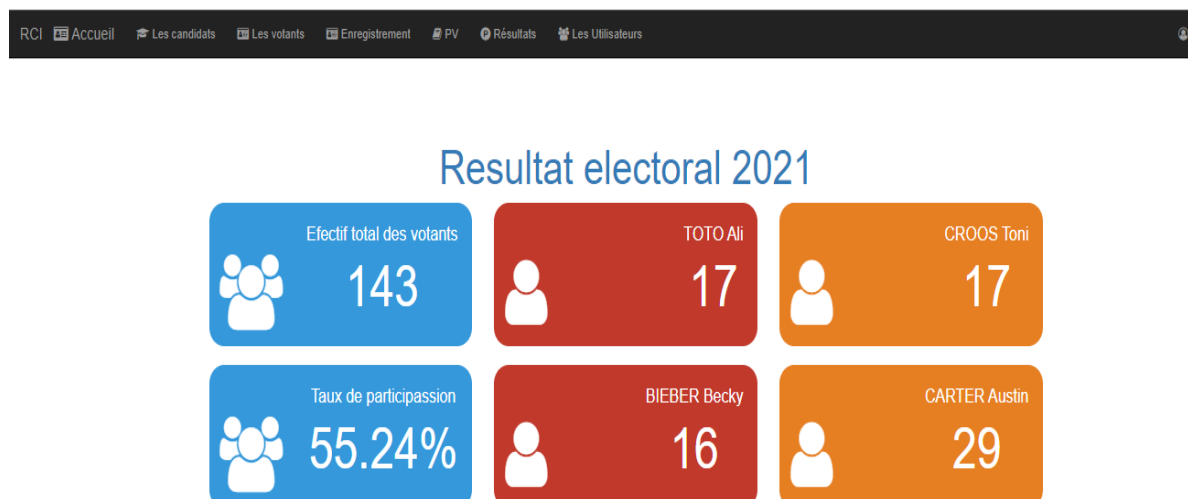


Figure 15: interface montrant les résultats de l'élection

## 2.3 Interface d'enregistrement d'électeurs

The screenshot shows a web application interface for registering a new voter. At the top, there is a dark navigation bar with the following menu items: RCI, Accueil, Les candidats, Les votants, Enregistrement, PV, Résultats, and Les Utilisateurs. A user profile icon labeled 'admin' is on the right. Below the navigation bar is a form titled 'Nouveau électeur' with a blue header. The form contains the following fields:

Field Label	Field Type/Value	Validation Status
PRENOM :	<input type="text"/>	Required (*)
DATE_NAISSANCE :	<input type="text"/>	Required (*)
ID CENTRE:	Centre (dropdown)	
N°CIN:	<input type="text"/>	Required (*)
ANNEE ELECTORALE:	2021 (dropdown)	
Election :	election présidentielle (dropdown)	
Nom :	<input type="text"/>	Required (*)
LIEU_NAISSANCE :	<input type="text"/>	Required (*)
VILLE :	Ville ou commune (dropdown)	
TAILLE N°VOTANT :	<input type="text"/>	Required (*)
CIVILITE:	f (dropdown)	

An 'Enregistrer' button is located at the bottom right of the form.

Figure 16: interface d'enregistrement des électeurs

## 2.4. Interface d'enregistrement des bulletins de votes

The screenshot shows a web application interface for registering a ballot. It features the same dark navigation bar as Figure 16, with menu items: RCI, Accueil, Les candidats, Les votants, Enregistrement, PV, Résultats, and Les Utilisateurs, and a user profile icon labeled 'admin'. Below the navigation bar is a form titled 'Enregistrer bulletin' with a blue header. The form contains the following fields:

Field Label	Field Type/Value
Nom	Nom du candidat (dropdown)
Date	dd/mm/yyyy (text input with calendar icon)
Election	election présidentielle (dropdown)
Ville ou commune	Ville ou commune (dropdown)
Centre	Centre (dropdown)

An 'Enregistrer' button is located at the bottom right of the form.

Figure 17: interface permettant aux agents de saisir les bulletins de votes

## 2.5. Liste des électeurs

RCI
Accueil
Les candidats
Les votants
Enregistrement
PV
Résultats
Les Utilisateurs
admin

RECHERCHE PAR CATEGORIE

Commune ou Ville
RECHERCHE

+ NOUVEAU ELECTEUR

Liste électorale

N° CNI	ID Centre	Nom	Prénoms	Province	Année	Actions
C00140012	21BING	ADOUTAO	Hahada	BINGERVILLE	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C00140042	32MARC	AGOHIN	DADIER	MARCORY	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C0103774806	10ABOB	AGOMA	Dehano	ABOBO	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C001440040	20ADJ	AJOUA	LUICIE	ADJAME	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C00140034	20ADJ	AKANZA	Marc	ADJAME	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C001448041	10ABOB	ALABRA	Alice	ABOBO	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C001441046	10TREICH	ALO	GREGOUARD	TREICHEVILLE	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C00140050	21BING	ATOH	THEO	BINGERVILLE	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C00140044	32PORT	BABA	Ali	PORTBOUET	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>
C0103774810	21YOP1	BAH	Alice	YOPOUGON	2021	<a href="#">✓</a> <a href="#">✎</a> <a href="#">✕</a>

Figure 18: Liste de tous les électeurs inscrits



## **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Concevoir une solution informatique d'assistance au processus électoral afin de donner une valeur ajoutée, tel est le défi que nous voulons relever à travers le thème de notre mémoire.

Tout au long de notre travail, nous avons utilisé la méthode UML pour la modélisation de notre système. Cette approche a permis de représenter le système, son fonctionnement, et les actions prises en compte par notre système.

Le système repose sur une architecture trois tiers. D'un point de vue développement, la séparation entre le client, le serveur et le SGBD permet une spécialisation des développeurs sur chaque tiers de l'architecture

L'architecture trois tiers donne également plus de flexibilité dans l'allocation des ressources, la portabilité du tiers serveur permet d'envisager une allocation et ou modification dynamique au gré des besoins évolutifs de l'organisation électorale.

De tout ce qui précède, nous pouvons dire que ce travail nous a permis d'acquérir une connaissance du processus électoral et mettre en pratique nos connaissances en développement de système d'information

Cependant, pour une utilisation en production de notre solution, il faudra considérer les aspects suivants: Garantir la disponibilité des services et des infrastructures de communication, Prévoir des serveurs de secours qui entrent en fonction en cas de panne, Prévoir des sources d'énergie électrique de soutien en cas de panne, Prévoir des observateurs crédibles pour contrôler les cas de fraudes, Développer des protocoles de test et de vérification pour améliorer la confiance en le système, intégrer des modèles statistiques permettant de dégager des tendances provisoires.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] "Présidentielles en Afrique : combien de temps entre le vote et l'annonce des résultats ? – Jeune Afrique." <https://www.jeuneafrique.com/312554/politique/presidentielles-afrique-combien-de-temps-entre-vote-lannonce-resultats/> (accessed Feb. 08, 2021).
- [2] "En quoi consiste le dépouillement des bulletins de vote ? | Vie publique.fr." <https://www.vie-publique.fr/fiches/23985-en-quoi-consiste-le-depouillement-des-bulletins-de-vote> (accessed Feb. 08, 2021).
- [3] "Notes finales —." [https://aceproject.org/main/francais/vc/vcz\\_001.htm#1](https://aceproject.org/main/francais/vc/vcz_001.htm#1) (accessed Feb. 08, 2021).
- [4] "Notes finales —." [https://aceproject.org/main/francais/vc/vcz\\_001.htm#2](https://aceproject.org/main/francais/vc/vcz_001.htm#2) (accessed Feb. 08, 2021).
- [5] "Notes finales —." [https://aceproject.org/main/francais/vc/vcz\\_001.htm#3](https://aceproject.org/main/francais/vc/vcz_001.htm#3) (accessed Feb. 08, 2021).
- [6] "Conception." <http://www.gpp.oiq.qc.ca/Conception.htm> (accessed Feb. 08, 2021).
- [7] "Cours Système d'Analyse Merise : Le Modèle Entité-Association - MEA - | Examens, Exercices, Astuces tous ce que vous Voulez." <https://mrproof.blogspot.com/2010/11/cours-systeme-analyse-merise-le-modele.html> (accessed Feb. 08, 2021).
- [8] "MERISE - Initiation à la conception de systèmes d'information." <https://web.maths.unsw.edu.au/~lafaye/CCM/merise/concintro.htm> (accessed Feb. 08, 2021).
- [9] "SAP Power AMC - Next Decision." <https://www.next-decision.fr/editeurs/modelisation/sap-power-amc> (accessed Feb. 08, 2021).
- [10] "MERISE - Modèle logique des données." <https://web.maths.unsw.edu.au/~lafaye/CCM/merise/mld.htm> (accessed Dec. 10, 2020).
- [11] "W3Techs - extensive and reliable web technology surveys." <https://w3techs.com/> (accessed Feb. 08, 2021).
- [12] "Top 10 des bases de données en 2020 (par popularité)," Mar. 31, 2020. <https://www.digora.com/fr/blog/TOP-10-des-bases-de-donnees> (accessed Feb. 08, 2021).
- [13] "DB-Engines - Knowledge Base of Relational and NoSQL Database Management Systems." <https://db-engines.com/en/> (accessed Feb. 08, 2021).