



Département de Mathématique et Informatique

Projet de Fin de Module de L'intelligence Artificielle

*Mise en place d'une application
de Système Expert DS Team*

Réalisé et soutenu par

ESSEKKAT YOUSRA

ALKINDILI MARIAM

AMHIL YOUNES

AMHIL YOUNESS

Encadré par :

Mme EL OMRI AMINA, Faculté des Sciences Aïn Chock

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Avant d'entamer ce rapport, nous profitons de l'occasion pour remercier tout d'abord notre professeur Madame ELOMRI qui n'a pas cessé de nous encourager, ainsi pour sa générosité en matière de formation.

Nous la remercions également pour l'aide et les conseils et pour son engagement et son soutien ainsi que pour la pertinence de ses remarques et la confiance qu'il nous a témoigné.

Nous tenons à remercier nos professeurs de nous avoir incités à travailler en mettant à notre disposition leurs expériences et leurs compétences.

Table de figures

Figure 1-Système Expert	8
Figure 2- Architecture logicielle	9
Figure 3- Structure d'un système expert	10
Figure 4- Modes de raisonnement	11
Figure 5- Chaînage avant	12
Figure 6- Chaînage arrière	13
Figure 7- Diagramme de cas d'utilisation	17
Figure 8- <i>Fonctionnement du Système Expert</i>	18
Figure 9- Diagramme d'activités du test (Data Scientist)	19
Figure 10 : Prolog	20
Figure 11 : SWI-Prolog	21
Figure 12 : Base de faits	24
Figure 13 : Prédicats	25
Figure 14 : Moteur d'inférence	25
Figure 15 : Interface et images	26

Table de matières

Remerciements	2
Table des figures.....	3
CHAPITRE I : Introduction.....	5
CHAPITRE II : Système expert	7
1- Définition	8
2- Composition	9
2-1 : La base de connaissances.....	10
2-2 : Le moteur d'inférence	10
2-3 : Interface graphique.....	14
3- Domaine d'application	14
4- Acquisition de connaissance	15
CHAPITRE III : Conception de l'application DS TEAM.....	16
1- Idée et conception de l'application.....	17
1-1 : Diagramme de cas d'utilisation	17
1-2 : Principe d'affichage des questions	18
1-3 : Déroulement.....	18
2- Outils de création de l'application	20
2-1: Prolog	20
2-2: SwiProlog	21
2-3: XPCE.....	22
CHAPITRE IV: Réalisation de l'application DS TEAM	23
1- Base de faits	24
2- Moteur d'inférence.....	25
3- Interface et images	26
4- Application	27
CHAPITRE V: Implémentation du code source	33
Conclusion	43
Webographie.....	44

CHAPITRE I : Introduction

DS Team est une application dédiée à une agence de promotion de l'emploi, et qui permet à partir d'un ensemble de questions de valider la candidature des profils recherchés par les recruteurs du domaine des sciences de données. Le test de DS Team forme la phase de présélection aux offres d'emplois collectés par l'agence. Si vous êtes un diplômé du domaine des sciences de données et à la recherche d'un post, venez vite découvrir notre application.

Selon DS Team un ensemble de questions détermine l'offre d'emploi qui correspond au candidat. Chaque question représente un critère qu'il doit satisfaire. Tout d'abord, une évaluation de la personnalité du postulant. Ensuite, son niveau d'études et ses compétences linguistiques. Pour finir, on passe à la partie la plus importante : ses compétences techniques qui décrètent si le candidat répond aux critères de sélection.

La mission primordiale de ce projet est la mise en place d'un système expert qui permet, à partir d'une base de règles et d'une base de faits, de déduire de nouveaux faits.

Dans ce rapport, nous détaillerons l'objectif du projet, les enjeux, les outils de réalisations et les difficultés que nous avons rencontrées pendant sa réalisation.

Le présent document se compose des chapitres suivants :

- **Chapitre 1** : Introduction, dans ce chapitre nous présentons de manière générale l'application et ses objectifs.
- **Chapitre 2** : Système expert, cette partie consistera à définir un système expert, présenter ses différents composants et ses domaines d'applications.
- **Chapitre 3** : Conception de l'application, ce chapitre sera consacré à la conception et les outils de déploiement de l'application.
- **Chapitre 4** : Réalisation de l'application, ce chapitre contiendra une description détaillée des composants de l'application, ainsi le résultat final de notre projet.
- **Chapitre 5** : Implémentation de l'application, cette dernière partie présentera le code source de notre application.

CHAPITRE II : Système expert

1- Définition

⊕ Définition 1 :

Plus précisément, un système expert est un logiciel capable de répondre à des questions, en effectuant un raisonnement à partir de faits et de règles connues. Il peut servir notamment comme outil d'aide à la décision.

⊕ Définition 2 :

Un programme possédant une grande masse de connaissances dans un domaine spécialisé, ces connaissances provenant généralement d'un expert humain, chevronné et capable d'atteindre les performances de l'expert dans ce domaine.

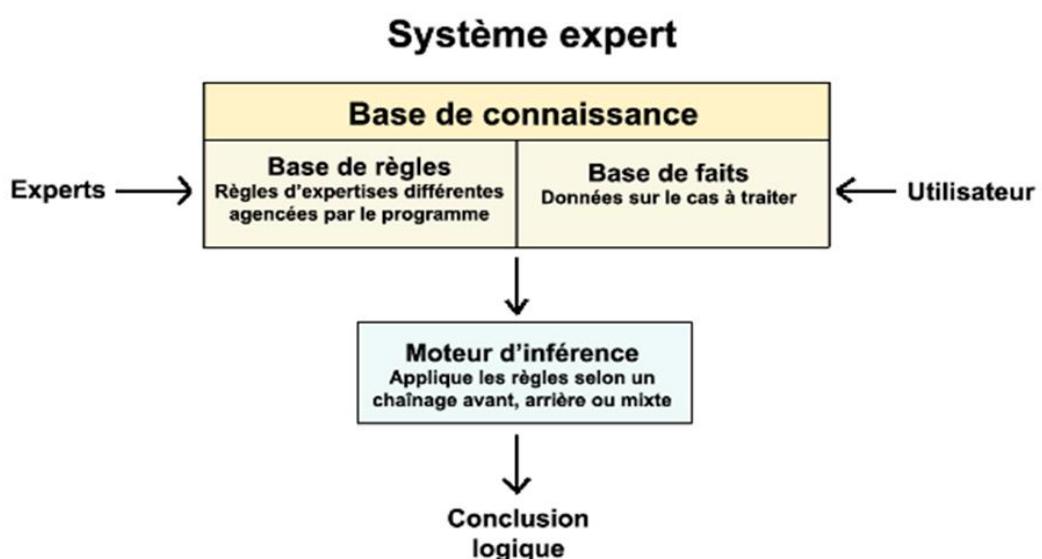


Figure 1 : Système expert

Définition fonctionnelle :

Un logiciel destiné à remplacer ou à assister l'homme dans des domaines où est reconnue une expertise humaine :

- ✓ Suffisamment structurée pour constituer une méthode de travail précise, sûre, complète, directement transportable sur ordinateur

2-Composition

Nous retrouvons dans ce schéma l'ensemble des composants détaillés : Le **moteur d'inférence**, la **base de connaissances** et l'**interface graphique**.

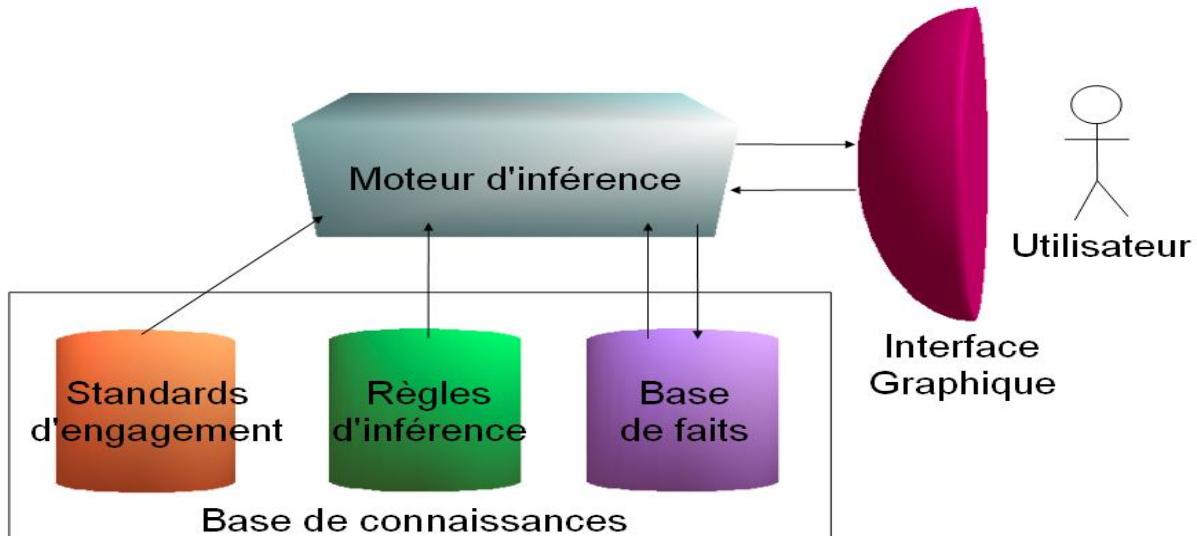


Figure 2 : Architecture logicielle

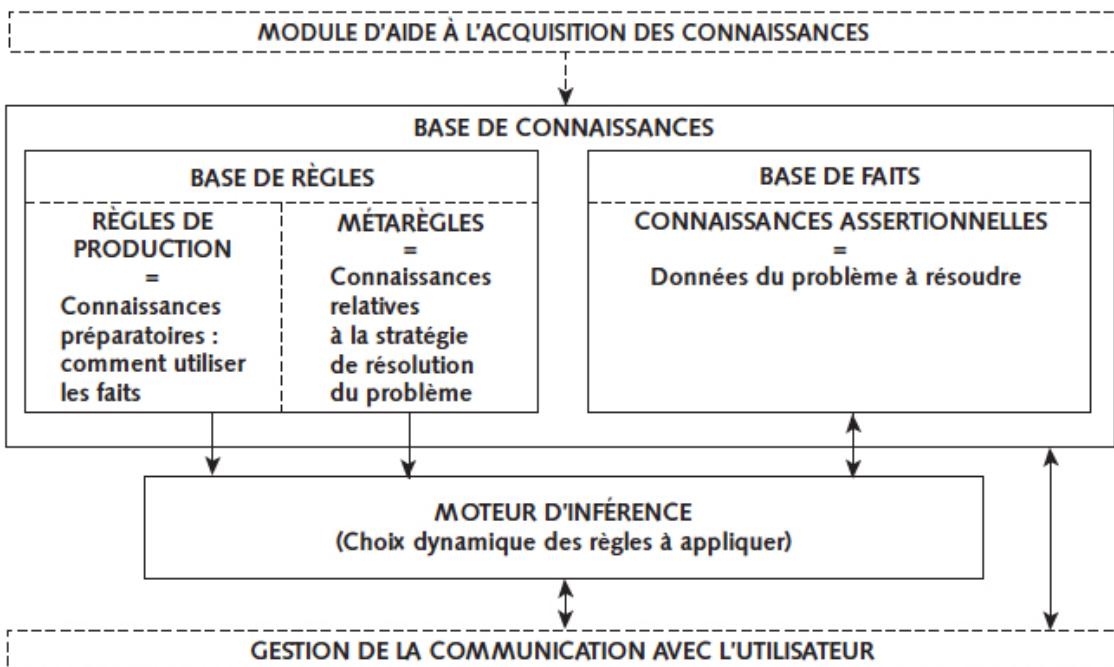


Figure 3 : Structure d'un système expert

2.1-Base de connaissance :

- **Base de faits :**
 - Ensemble des propositions connues du système. C'est une mémoire de travail dont le contenu dépend du problème traité.
- **Base de règles :**
 - Ensemble de règles ($P \rightarrow Q$) qui mettent en relation des faits dans un domaine donné.

2.2-Moteur d'inférence :

- **Chaînage avant /arrière :**

Le moteur d'inférence peut fonctionner selon 2 modèles : le chaînage avant et le chaînage arrière...

DÉDUCTIF	INDUCTIF
<p>Chaînage Avant</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Raisonnement dirigé par les données (des données vers les buts, bas-haut) ▪ Tirer des conclusions de l'information donnée ▪ Lorsque les F de la BF sont dans les conditions des R: tirer à partir des informations déjà établies 	<p>Chaînage Arrière</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Raisonnement dirigé par les buts (des buts vers les données, haut-bas) ▪ Commence par un but à prouver ou une explicative de ce que se doit se produire ▪ Lorsque certains F de la BF sont considérés comme étant à établir ou à évaluer ▪ On parle de problème à résoudre ou d'hypothèses à vérifier ou de buts à atteindre

Figure 4 : Modes de raisonnement

❖ **Chaînage avant :**

Le principe du chaînage avant est simple, il requiert l'accès aux prémisses (standards d'engagement) afin de déclencher les règles d'inférence adéquates définies par les metarules. L'application des règles (évaluations) donnent des résultats, ceux-ci sont évalués (par les metarules) afin de savoir si l'on a accédé à une solution finale potentielle. Si c'est le cas, on arrête et cette solution est proposée.

- Si c'est le cas, la solution est proposée à l'utilisateur. S'il la valide, la solution est enregistrée dans la base de faits comme solution, sinon comme simple résultat et on continue dans le cas suivant.
- Si cela n'est pas le cas ou si la solution est refusée, la solution est enregistrée dans la base de faits comme simple résultat et le moteur d'inférence tente d'y appliquer d'autres règles jusqu'à trouver une solution potentielle validée, ou jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de règle.

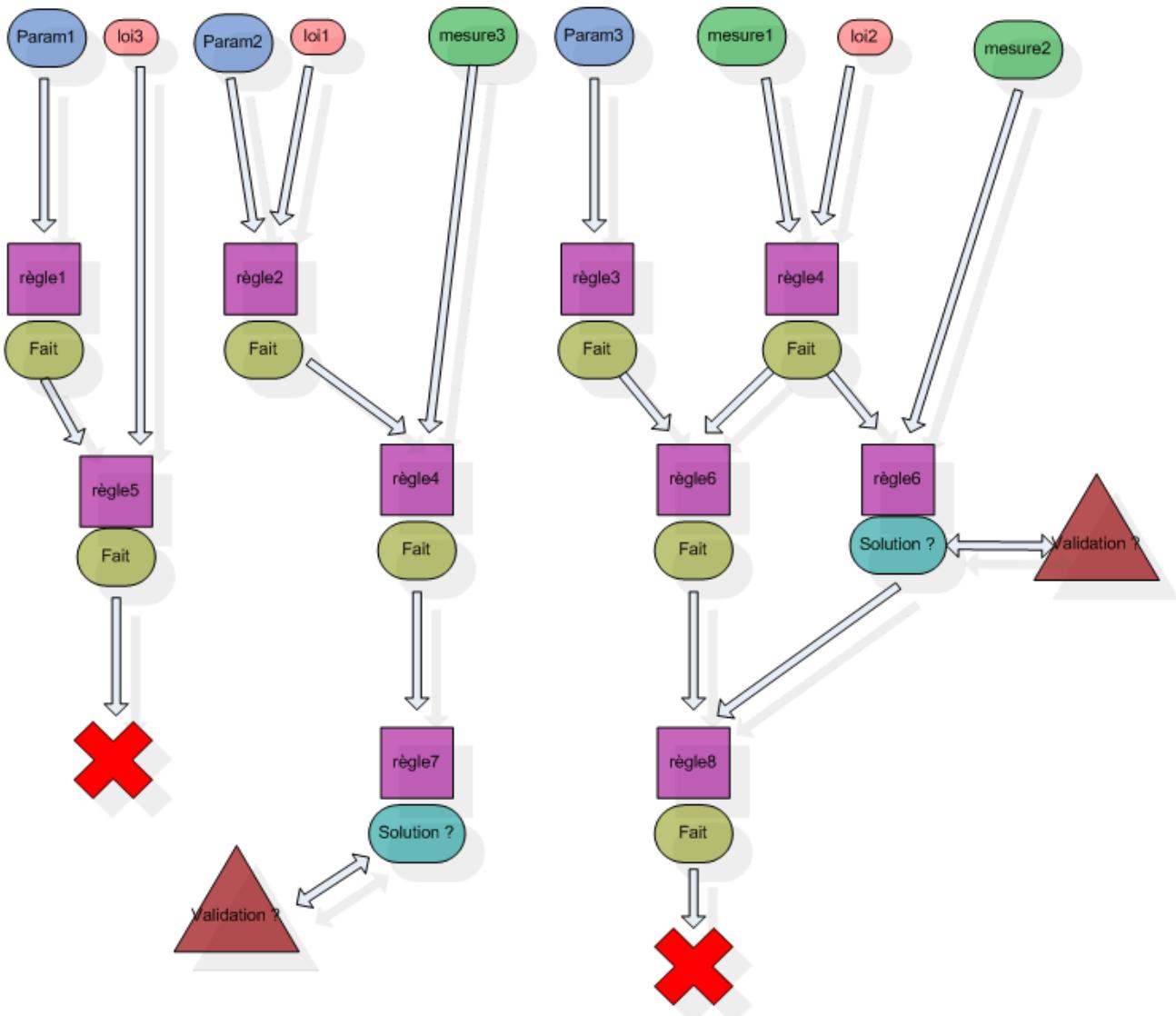


Figure 5 : Chaînage avant

❖ Chaînage arrière :

Le principe du chaînage arrière est plus compliqué, il s'agit dans ce cas de partir d'un effet ou d'une solution et de tenter de remonter la chaîne afin de déterminer les causes d'un effet (fait). La procédure est à partir d'un fait, de déterminer, grâce aux metarules, les règles d'inférence qui auraient pu être à l'origine de ce fait et de déterminer les paramètres les plus probables. A partir de là, on analyse les paramètres :

- Si le paramètre est un fait enregistré dans la base de faits, c'est qu'il est le résultat d'une règle (évaluation). La procédure précédemment décrite est donc relancée.
- Si le paramètre n'est pas un fait de la base de faits, on en reste là.

On relève alors tous les faits et données retrouvés. Ils représentent les causes probables de la conséquence étudiée.

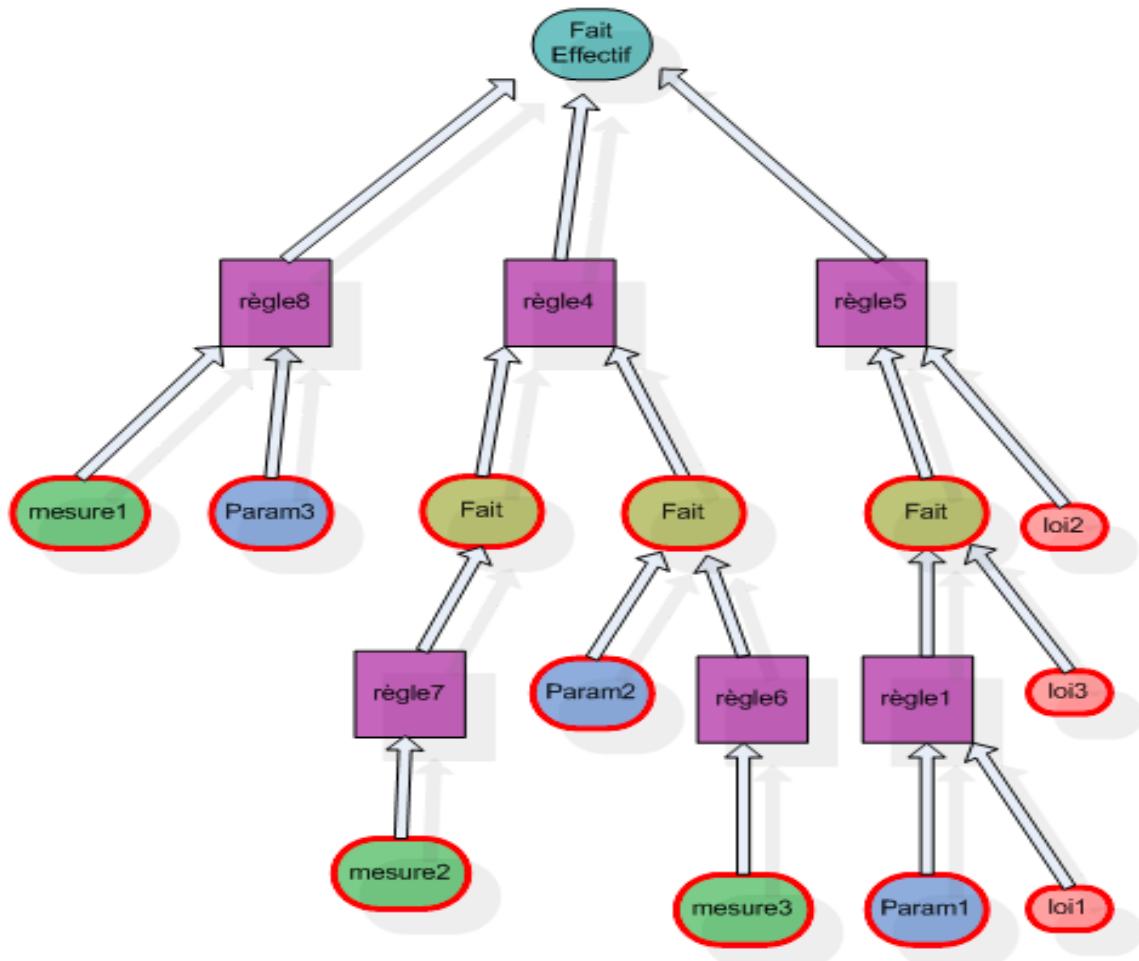


Figure 6 : Chaînage arrière



Il existe un dernier mode de fonctionnement dit **chainage mixte** qui combine les 2 chainages précédents. De prime abord, il fonctionne comme le **chainage avant** avec pour but de déduire un fait donné. Mais applique un **chainage arrière** sur chaque fait trouvé afin de déterminer les paramètres les plus probables et les plus optimisés. Ce mécanisme permet l'ouverture sur de nouvelles combinaisons encore non envisagées par les règles d'inférence et de déterminer les facteurs discriminants lors de la recherche d'une solution.

2.3-Interface graphique :

Même si son importance est de taille dans tout application cliente, elle l'est d'autant plus ici qu'un SE doit parfaitement s'intégrer à un milieu professionnel et aux habitudes de ses experts. Si celui-ci n'est pas capable de s'approprier naturellement le logiciel, c'est que l'interface graphique n'est pas correcte. La priorité est donc à l'intuitivité et à la représentation fidèle de l'environnement.

3-Domains d'application :

Les systèmes experts ont été conçus pour résoudre certains types de problèmes comme en médecine, en droit, en chimie, en éducation etc. Les catégories de problèmes abordés par les systèmes experts sont :

- ✓ L'interprétation ou la construction d'une description abstraite à partir de données.
- ✓ La prédiction des conséquences à partir de situations données.
- ✓ Le diagnostic d'une défaillance à partir d'un ensemble d'observations.
- ✓ La conception d'une configuration de composants à partir d'un ensemble de contraintes.
- ✓ La planification d'une séquence d'actions pour l'accomplissement d'un ensemble de buts à partir de certaines conditions de départ et en présence de certaines contraintes.
- ✓ La réparation d'un dysfonctionnement.
- ✓ Le contrôle du comportement d'un environnement complexe.

4-Acquisition des connaissances :

Dans son rôle, l'ingénieur de connaissance doit traduire l'expertise informelle en un langage formel adapté au mode du raisonnement du système. Plusieurs points doivent être soulevés concernant l'acquisition des connaissances :

- ❖ La compétence humaine n'est pas souvent accessible via la conscience. Avec l'expérience acquise, la compétence et la performance d'un expert s'installe et opère dans l'inconscient. Par conséquence, il est difficile aux experts d'expliciter son savoir-faire.
- ❖ L'expertise humaine prend souvent la forme du savoir comment plus que la forme du savoir quoi.
- ❖ L'expertise humaine représente un modèle individuel ou un modèle de communauté. Ces modèles sont soumis aux conventions et aux procédés sociaux.
- ❖ L'expertise change et peut subir des reformulations radicales. A cause de la complexité et de l'ambiguïté posées par le problème de l'acquisition de connaissances, l'ingénieur de connaissances doit avoir un modèle conceptuel lui permettant de faire la liaison entre l'expertise humaine et le langage de programmation, ce modèle constituera ce qu'on appellera représentation de connaissances.

CHAPITRE III : Conception de l'application DS Team

1-Idée et conception de l'application :

L'application **DS TEAM** est une application qui vise à faire une présélection des candidats en fonction de leurs qualités, de leur niveau scolaire et de leurs compétences dans différentes matières et langages de programmation.

La présélection se fait en répondant à des questions par oui ou non. Quand vous aurez fini de répondre aux questions, le système vous fournira le poste dans lequel vous avez été présélectionné à partir des réponses que vous avez donné, et cela selon un déroulement bien particulier.

1.1- Diagramme de cas d'utilisation :

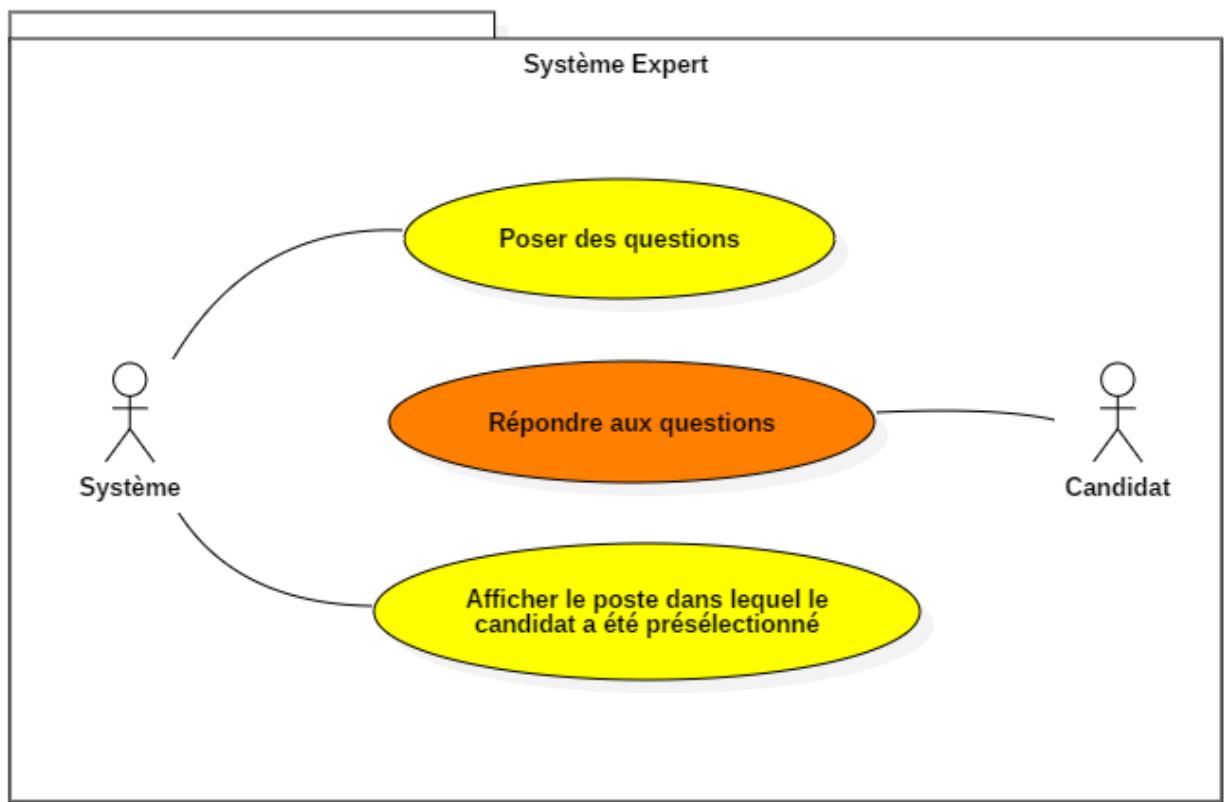


Figure 7 : Diagramme de cas d'utilisation

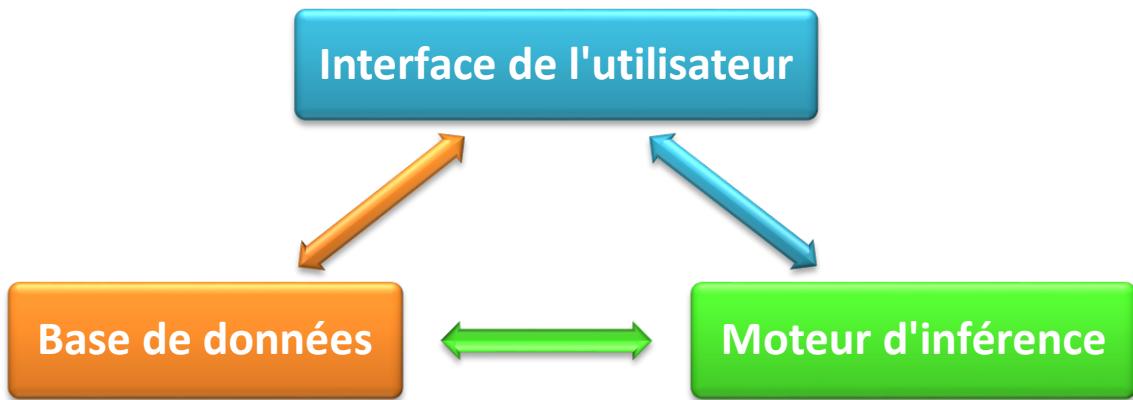


Figure 8 : Fonctionnement du Système Expert

1.2- Principe d'affichage des questions :

L'application affiche les questions saisies dans la base de faits, le candidat doit répondre à la question par oui ou non, si le candidat répond par oui, l'application continue à aller chercher les questions liées à ce test, s'il répond par non, l'application annule le reste de ses questions, et donc elle passe aux questions d'un autre test. Nous devons trier les questions d'une manière qui peut nous empêcher de boucler sur les mêmes questions.

1.3- Déroulement :

Tous d'abord l'utilisateur lance l'application, une fenêtre d'accueil se présente à lui, le candidat doit cliquer sur commencer pour pouvoir passer à la prochaine interface qui est dédiée à l'affichage du test et qui permet de commencer la candidature et afficher les questions par ordre. Après avoir cliqué de nouveau sur commencer, le système commence à présenter les questions au candidat et attend sa réponse pour pouvoir passer à la prochaine question.

Le candidat doit répondre à l'ensemble des questions par oui ou non. D'après ses réponses, le système compare avec la base de faits qui contient l'ensemble des critères des 5 différents offres d'emploi collectés par l'agence et affiche le résultat de la présélection.

Cas d'étude (Data Scientist) :

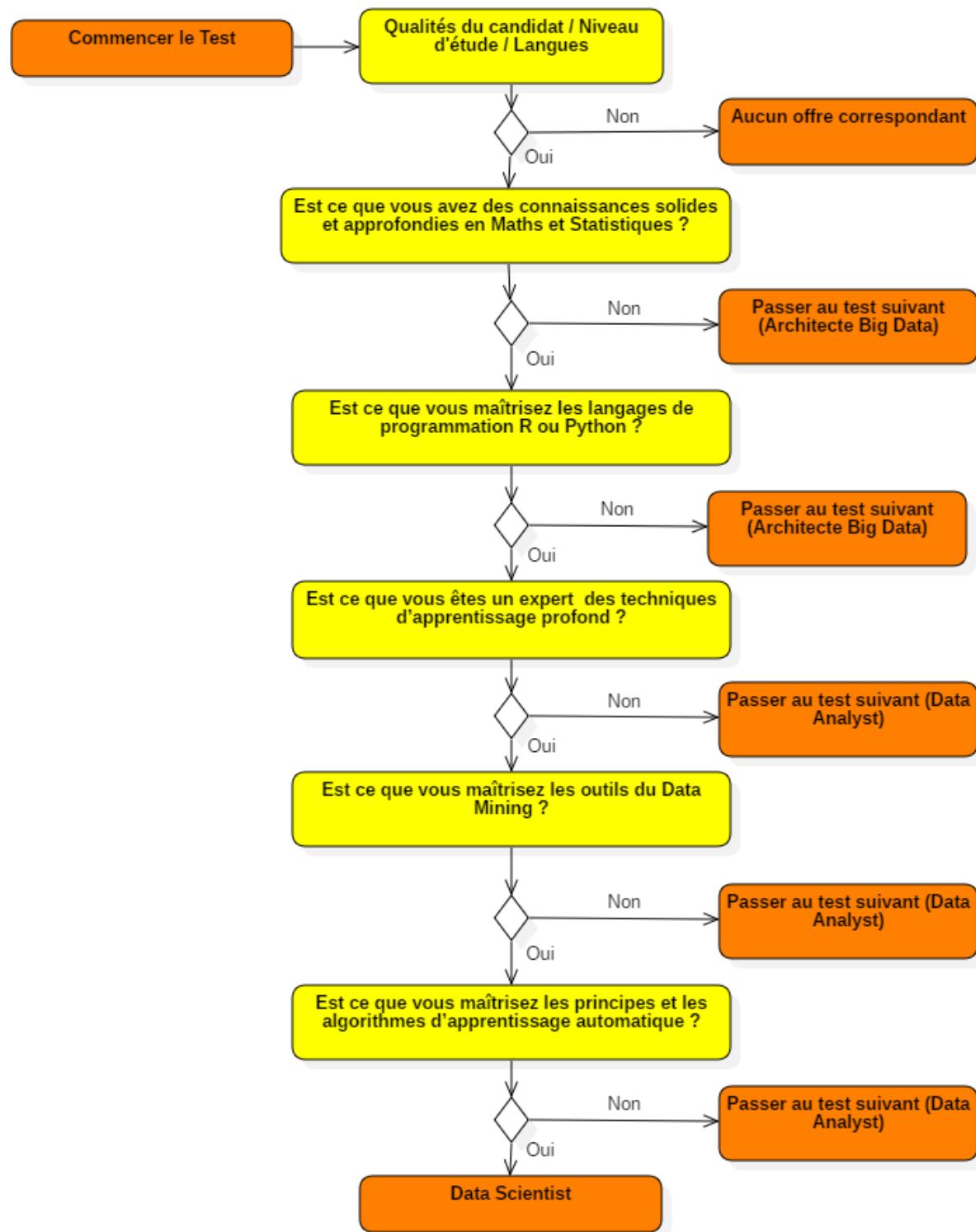


Figure 9 : Diagramme d'activités du test (Data Scientist)

2- Outils de création de l'application

2-1 : Prolog



Figure 10 : Prolog

Prolog est un langage de programmation logique , est utilisé en intelligence artificielle et dans le traitement linguistique par ordinateur principalement langues naturelles. Ses règles de syntaxe et sa sémantique sont simples et considérées comme claires.

Prolog est basé sur le calcul des prédictats du premier ordre ; cependant il est restreint dans sa version initiale à n'accepter que les clauses de Horn (les versions modernes de Prolog acceptent des prédictats plus complexes, notamment avec le traitement de la négation par l'échec). L'exécution d'un programme Prolog est effectivement une application du théorème prouvant par résolution du premier ordre. Les concepts fondamentaux sont l'unification, la récursivité et le retour sur trace. L'algorithme de résolution de Prolog est basé sur une extension de la SLD-résolution. On peut construire en Prolog une base de connaissances dans un ordre indéterminé, puisque seules comptent les relations en présence et non leur séquence d'écriture. Prolog peut ensuite résoudre des séries de problèmes logiques relatifs à une telle base de connaissances (notion base de données déductive), problème similaire à la recherche d'une issue (ou plusieurs) dans un labyrinthe de contraintes établies.

Fonction prédéfinie Prolog :

- **use_module** : ajoute des bibliothèques au programme.
- **pce_image_directory** : ajoute le répertoire fourni au chemin de recherche des images.
- **Send** : Gérer l'affichage de tous les éléments (les interfaces, les boutons, les messages, les images etc..).
- **new** : mot clé pour instancier.

2-2 : SWI-PROLOG



Figure 11 : SWI-Prolog

SWI-Prolog est une implémentation libre du langage de programmation Prolog.

La plupart des implémentations du langage Prolog sont conçues pour servir un ensemble limité de cas d'utilisation. SWI-Prolog ne fait pas exception à cette règle. SWI-Prolog se positionne principalement comme un environnement Prolog pour « programming in the large » et les cas d'utilisation où il joue un rôle central dans une application, c'est-à-dire où il agit comme « colle » entre les composants. Dans le même temps, SWI-Prolog vise à fournir un environnement de prototypage rapide productif. Son orientation vers la programmation au sens large est soutenue par l'évolutivité, la vitesse du compilateur, la structuration des programmes (modules), la prise en charge du multithreading pour accueillir des serveurs, Unicode et des interfaces vers un grand nombre de formats de documents, de protocoles et de langages de programmation.

Le prototypage est facilité par de bons outils de développement, à la fois pour une utilisation en ligne de commande et pour une utilisation avec des outils de développement graphique. La demande de chargement de prédictats à partir de la bibliothèque et d'une fonction « fabriquer » évite d'avoir à utiliser des déclarations et réduit la saisie.

2-3 : XPCE

La bibliothèque **XPCE** a été créée pour fournir une interface graphique à SWI-Prolog. XPCE est écrit en C pour des raisons de rapidité. XPCE est très facilement utilisable avec Prolog, mais peut-être utilisé avec d'autres langages (Lisp par exemple). Les codes XPCE sont multiplateformes Unix/Windows. XPCE est distribué avec le système SWI-Prolog, c'est une bibliothèque de base, aucune installation spéciale n'est requise. Avec SWI-Prolog, elle est automatiquement chargée dès qu'un de ses prédictats (par exemple `new/2`) est appelé, ou elle est explicitement chargée par l'instruction `:-use_module(library(pce))`, formulée au début d'un source Prolog .

CHAPITRE IV : Réalisation de l'application DS Team

1-Base de faits

```
'Data Scientist' :-  
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? '),  
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez des connaissances solides et approfondies en Mathématiques et Statistiques ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation R ou Python ? ' ),  
verify('Est ce que vous êtes un expert des techniques d'apprentissage profond ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils du Data Mining ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les principes et les algorithmes d'apprentissage automatique ? ' ).  
  
'Data Analyst' :-  
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez des connaissances solides et approfondies en Mathématiques et Statistiques ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation R ou Python ? ' ),  
verify('Est ce que vous êtes un expert en Visualisation des données ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez Microsoft Excel ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et PL/SQL ? ' ).  
  
'Architecte big data' :-  
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez l'administration des différents systèmes d'exploitation ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les technologies Big Data(hadoop ou spark) ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez Data Warehouse ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez Oracle ? ' ).  
  
'Database Administrator' :-  
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ? ' ),  
verify('Est ce que vous êtes un expert en manipulation des différents SGBD(mysql, SQL Server, Oracle,...) ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ESM ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et NoSQL ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les principes du Cloud computing ? ' ).  
  
'Data Engineer' :-  
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? ' ),  
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et NoSQL ? ' ),  
verify('Est ce que vous êtes un expert en Algorithme et structures de données ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation JAVA et C ? ' ),  
verify('Est ce que vous maîtrisez data APIs ? ' ).
```

Figure 12 : Base de faits

➤ Prédicats : Ensembles des questions

```
question('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? ','q1').  
question('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? ','q2').  
question('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? ','q3').  
question('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? ','q4').  
question('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? ','q5').  
question('Est ce que vous êtes un expert des techniques d'apprentissage profond ? ','q6').  
question('Est ce que vous avez des connaissances solides et approfondies en Mathématiques et Statistiques ? ','q7').  
question('Est ce que vous maîtrisez les principes et les algorithmes d'apprentissage automatique ? ','q8').  
question('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation R ou Python ? ','q9').  
question('Est ce que vous maîtrisez les outils du Data Mining ? ','q10').  
question('Est ce que vous maîtrisez l'administration des différents systèmes d'exploitation ? ','q11').  
question('Est ce que vous êtes un expert en Visualisation des données ? ','q12').  
question('Est ce que vous êtes un expert en Algorithme et structures de données ? ','q13').  
question('Est ce que vous êtes un expert en manipulation des différents SGBD(mySQL, SQL Server, Oracle,...) ? ','q14').  
question('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et NoSQL ? ','q15').  
question('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation JAVA et C ? ','q16').  
question('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ? ','q17').  
question('Est ce que vous maîtrisez les principes du Cloud computing ? ','q18').  
question('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et PL/SQL ? ','q19').  
question('Est ce que vous maîtrisez les outils ESM ? ','q20').  
question('Est ce que vous maîtrisez Microsoft Excel ? ','q21').  
question('Est ce que vous maîtrisez les technologies Big Data(hadoop ou spark) ? ','q22').  
question('Est ce que vous maîtrisez Data Warehouse ? ','q23').  
question('Est ce que vous maîtrisez data APIs ? ','q24').  
question('Est ce que vous maîtrisez Oracle ? ','q25').
```

Figure 13 : Prédicats

2- Moteur d'inférence

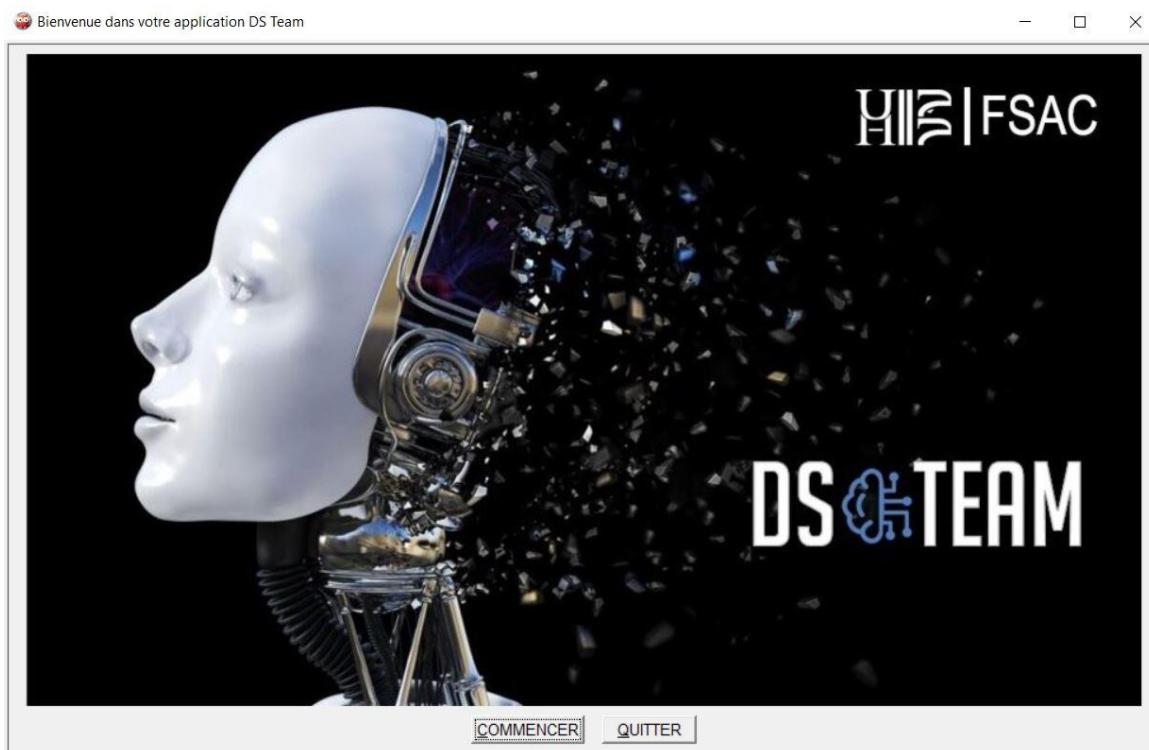
```
/*comment poser des questions */  
  
ask(Question) :-demander(Question,Resp),  
    ((Resp == oui ; Resp == y)  
     ->  
        assert(yes(Question)) ;  
        assert(no(Question)), fail).  
  
:- dynamic yes/1,no/1.  
  
/*Comment vérifier quelque chose */  
  
verify(S) :-yes(S)  
    ->  
        true ;  
    (no(S)  
     ->  
        fail ;  
        ask(S))).  
  
/* undo all yes/no assertions*/  
undo :- retract(yes(_)),fail.  
undo :- retract(no(_)),fail.  
undo.
```

3- Interface et images

```
resource(img_principal, image, image('inter.jpg')).  
resource(inter, image, image('interface.jpg')).  
resource(q6, image, image('deep_learning.jpg')).  
resource(q8, image, image('machine_learning.jpg')).  
resource(q5, image, image('ang_fr.jpg')).  
resource(q1, image, image('esprit_critique.jpg')).  
resource(q3, image, image('curiosite_rigueur.jpg')).  
resource(q7, image, image('statistics.jpg')).  
resource(q2, image, image('aisance_expression.jpg')).  
resource(q4, image, image('bac+5.jpg')).  
resource(q10, image, image('data_mining.jpg')).  
resource(q9, image, image('r_python.jpg')).  
resource(q11, image, image('os.jpg')).  
resource(q12, image, image('data_visualization.jpg')).  
resource(q13, image, image('data_structures.jpg')).  
resource(q14, image, image('sgbd.jpg')).  
resource(q15, image, image('sql_nosql.jpg')).  
resource(q16, image, image('java_c.jpg')).  
resource(q17, image, image('etl_tools.jpg')).  
resource(q18, image, image('cloud_computing.jpg')).  
resource(q19, image, image('sql_plsql.jpg')).  
resource(q20, image, image('esm_tools.jpg')).  
resource(q21, image, image('excel.jpg')).  
resource(q22, image, image('hadoop.jpg')).  
resource(q23, image, image('data_warehouse.jpg')).  
resource(q24, image, image('data_api.jpg')).  
resource(q25, image, image('oracle.jpg')).  
  
/* les interfaces */  
  
affich-image(Affichage, Imagen) :- new(Figure, figure),  
    new(Bitmap, bitmap(resource(Imagen),@on)),  
    send(Bitmap, name, 1),  
    send(Figure, display, Bitmap),  
    send(Figure, status, 1),  
    send(Affichage, display, Figure, point(100,80)).  
  
nouv_imagen(Fenetre, Imagen) :- new(Figure, figure),  
    new(Bitmap, bitmap(resource(Imagen),@on)),  
    send(Bitmap, name, 1),  
    send(Figure, display, Bitmap),  
    send(Figure, status, 1),  
    send(Fenetre, display, Figure, point(0,0)).  
  
imagen_quest(Fenetre, Imagen) :- new(Figure, figure),  
    new(Bitmap, bitmap(resource(Imagen),@on)),  
    send(Bitmap, name, 1),  
    send(Figure, display, Bitmap),  
    send(Figure, status, 1),  
    send(Fenetre, display, Figure, point(500,60)).  
  
boutons:-undo,  
hypothesis(Job),  
send(@debut, free),  
send(@texto, selection('Vous êtes présélectionné pour le poste de :')),  
send(@resp1, selection(Job)).  
  
  
interface_principal:-new(@main,dialog('Système expert de préselection',  
size(1000,1000))),  
new(@texto, label(nombre,'Vous êtes présélectionné pour le poste de:',font('georgia','roman',18))),  
new(@resp1, label(nombre,'',font('georgia','roman',22))),  
new(@lblExp1, label(nombre,'',font('georgia','roman',14))),  
new(@lblExp2, label(nombre,'',font('georgia','roman',14))),  
new(@quitter, button('QUITTER',and(message(@main,destroy),message(@prolog, boutons)))),  
new(@debut, button('COMMENCER LE TEST',message(@prolog, boutons))),  
nouv_imagen(@main, img_principal),  
send(@main, display,@debut,point(138,450)),  
send(@main, display,@texto,point(20,130)),  
send(@main, display,@quitter,point(300,450)),  
send(@main, display,@resp1,point(20,180)),  
send(@main,open_centered).
```

4- Application

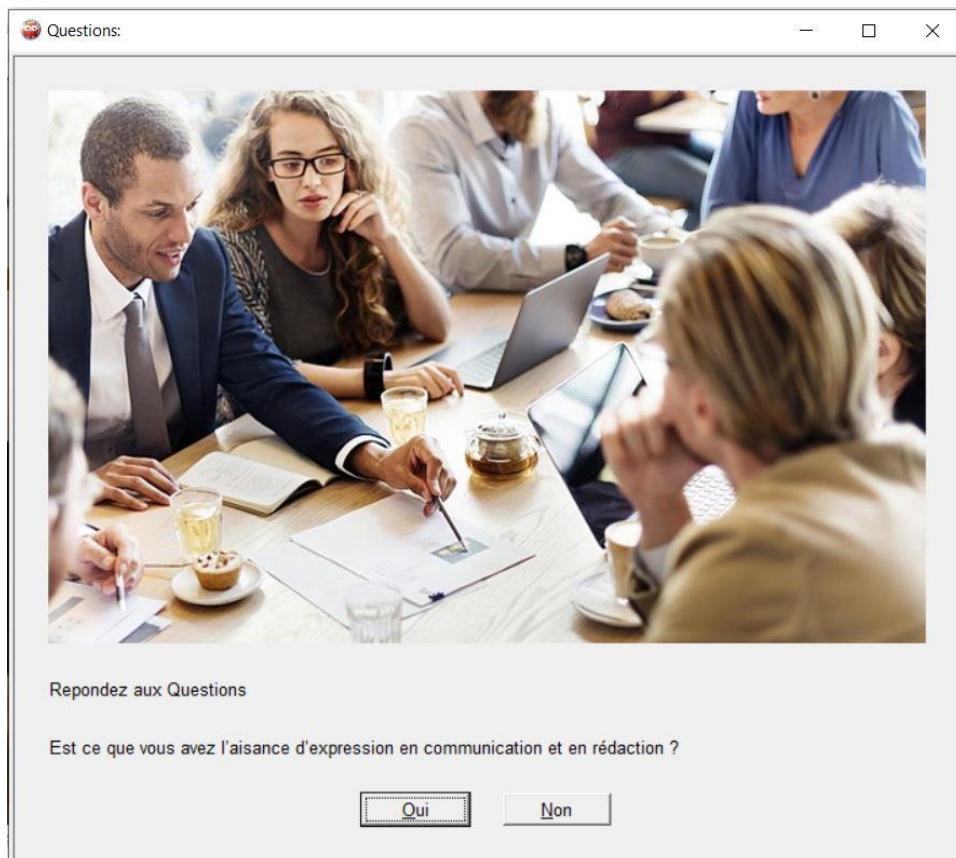
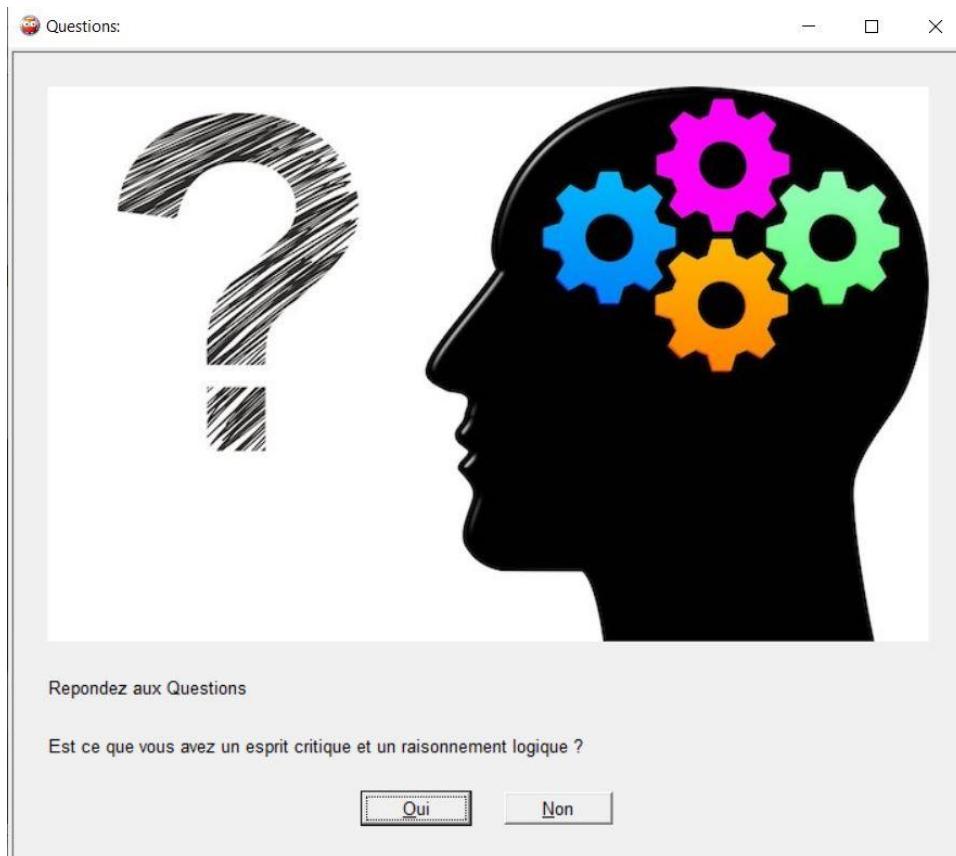
a) Interface principale de l'application :



b) Interface du lancement des tests :



c) Questions de l'application :



Questions:



Repondez aux Questions

Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ?

Qui

Non

Questions:



Repondez aux Questions

Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ?

Qui

Non

Questions:

Repondez aux Questions

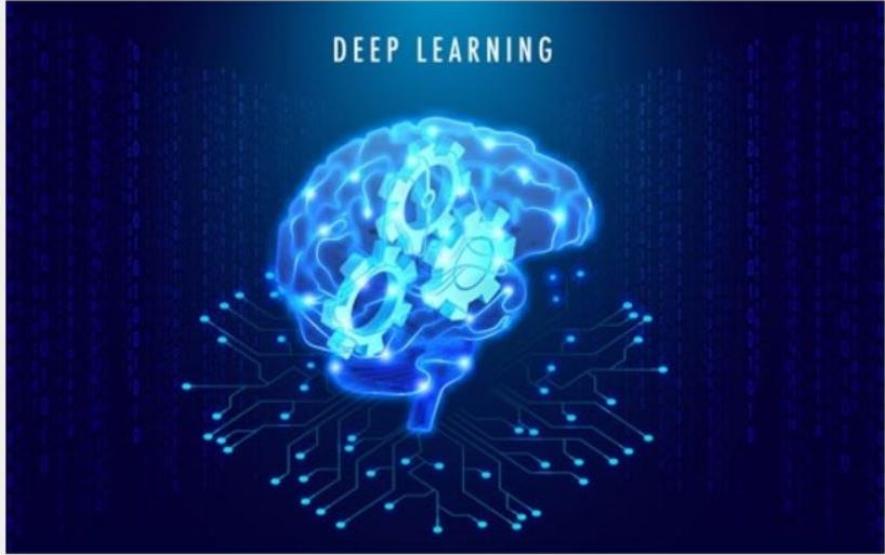
Est ce que vous avez des connaissances solides et approfondies en Mathématiques et Statistiques ?

Questions:

Repondez aux Questions

Est ce que vous maîtrisez les outils du Data Mining ?

Questions:

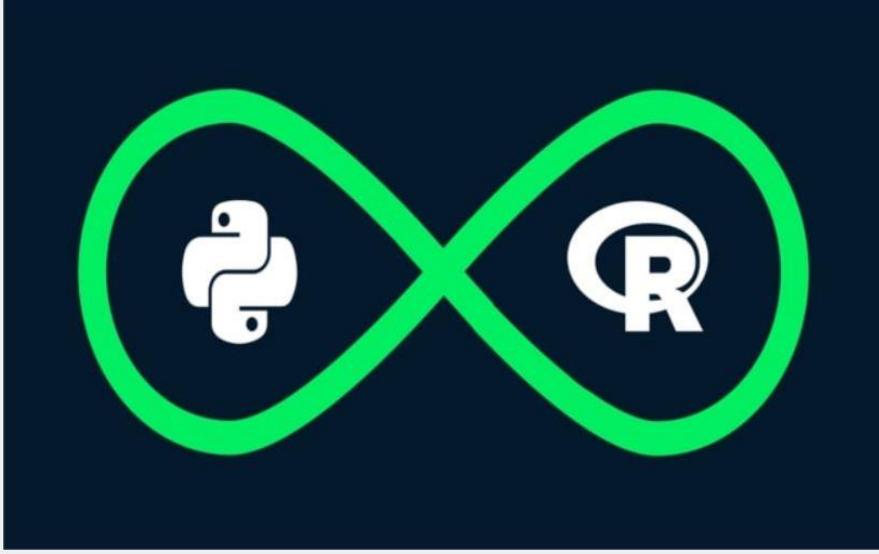


DEEP LEARNING

Repondez aux Questions

Est ce que vous êtes un expert des techniques d'apprentissage profond ?

Questions:



Repondez aux Questions

Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation R ou Python ?

d) Résultat du test en cas de succès :



e) Résultat du test en cas d'échec :



CHAPITRE V : Implémentation du code source

```
:  
:- use_module(library(pce)).  
:- pce_image_directory('./images').  
:- use_module(library(pce_style_item)).  
  
resource(img_principal, image, image('inter.jpg')).  
resource(inter, image, image('interface.jpg')).  
resource(q6, image, image('deep_learning.jpg')).  
resource(q8, image, image('machine_learning.jpg')).  
resource(q5, image, image('ang_fr.jpg')).  
resource(q1, image, image('esprit_critique.jpg')).  
resource(q3, image, image('curiosite_rigueur.jpg')).  
resource(q7, image, image('statistics.jpg')).  
resource(q2, image, image('aisance_expression.jpg')).  
resource(q4, image, image('bac+5.jpg')).  
resource(q10, image, image('data_mining.jpg')).  
resource(q9, image, image('r_python.jpg')).  
resource(q11, image, image('os.jpg')).  
resource(q12, image, image('data_visualization.jpg')).  
resource(q13, image, image('data_structures.jpg')).  
resource(q14, image, image('sgbd.jpg')).  
resource(q15, image, image('sql_nosql.jpg')).  
resource(q16, image, image('java_c.jpg')).  
resource(q17, image, image('etl_tools.jpg')).  
resource(q18, image, image('cloud_computing.jpg')).  
resource(q19, image, image('sql_plsql.jpg')).  
resource(q20, image, image('esm_tools.jpg')).  
resource(q21, image, image('excel.jpg')).  
resource(q22, image, image('hadoop.jpg')).  
resource(q23, image, image('data_warehouse.jpg')).  
resource(q24, image, image('data_api.jpg')).  
resource(q25, image, image('oracle.jpg')).
```

/* Ensemble des questions */

question('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? ','q1').
question('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? ','q2').
question('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? ','q3').
question('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? ','q4').
question('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? ','q5').
question('Est ce que vous êtes un expert des techniques d'apprentissage profond ? ','q6').
question('Est ce que vous avez des connaissances solides et approfondies en Mathématiques et Statistiques ? ','q7').
question('Est ce que vous maîtrisez les principes et les algorithmes d'apprentissage automatique ? ','q8').
question('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation R ou Python ? ','q9').
question('Est ce que vous maîtrisez les outils du Data Mining ? ','q10').
question('Est ce que vous maîtrisez l'administration des différents systèmes d'exploitation ? ','q11').
question('Est ce que vous êtes un expert en Visualisation des données ? ','q12').
question('Est ce que vous êtes un expert en Algorithme et structures de données ? ','q13').
question('Est ce que vous êtes un expert en manipulation des différents SGBD(mySQL, SQL Server, Oracle,...) ? ','q14').
question('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et NoSQL ? ','q15').
question('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation JAVA et C ? ','q16').
question('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ? ','q17').
question('Est ce que vous maîtrisez les principes du Cloud computing ? ','q18').
question('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et PL/SQL ? ','q19').
question('Est ce que vous maîtrisez les outils ESM ? ','q20').
question('Est ce que vous maîtrisez Microsoft Excel ? ','q21').
question('Est ce que vous maîtrisez les technologies Big Data(hadoop ou spark) ? ','q22').

```
question('Est ce que vous maîtrisez Data Warehouse ? ','q23').  
question('Est ce que vous maîtrisez data APIs ? ','q24').  
question('Est ce que vous maîtrisez Oracle ? ','q25').
```

```
hypothesis('Data Scientist') :- 'Data Scientist', !.  
hypothesis('Data Analyst') :- 'Data Analyst', !.  
hypothesis('Architecte big data') :- 'Architecte big data', !.  
hypothesis('Database Administrator') :- 'Database Administrator', !.  
hypothesis('Data Engineer') :- 'Data Engineer', !.  
hypothesis('Plus de chance la prochaine fois!').
```

/* Base de Faits */

```
'Data Scientist' :-  
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? '),  
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? '),  
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? '),  
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? '),  
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? '),  
verify('Est ce que vous avez des connaissances solides et approfondies en Mathématiques et Statistiques ? '),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation R ou Python ? '),  
verify('Est ce que vous êtes un expert des techniques d'apprentissage profond ? '),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils du Data Mining ? '),  
verify('Est ce que vous maîtrisez les principes et les algorithmes d'apprentissage automatique ? ').
```

'Data Analyst' :-

```
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? '),
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? '),
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? '),
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? '),
verify('Est ce que vous avez des connaissances solides et approfondies en Mathématiques et Statistiques ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation R ou Python ? '),
verify('Est ce que vous êtes un expert en Visualisation des données ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez Microsoft Excel ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et PL/SQL ? ').
```

'Architecte big data' :-

```
verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ? '),
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ? '),
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ? '),
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez l'administration des différents systèmes d'exploitation ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez les technologies Big Data(hadoop ou spark) ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez Data Warehouse ? '),
verify('Est ce que vous maîtrisez Oracle ? ').
```

'Database Administrator' :-

verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ?'),
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ?'),
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ?'),
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ?'),
verify('Est ce que vous êtes un expert en manipulation des différents SGBD(mysql, SQL Server, Oracle,...) ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ESM ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et NoSQL ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez les principes du Cloud computing ?').

'Data Engineer' :-

verify('Est ce que vous avez un esprit critique et un raisonnement logique ?'),
verify('Est ce que vous avez l'aisance d'expression en communication et en rédaction ?'),
verify('Est ce que vous avez une curiosité naturelle et la rigueur au travail ?'),
verify('Est ce que vous avez un niveau d'étude Bac+5 ou plus ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez l'Anglais ou le Français ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez les outils ETL ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages informatiques SQL et NoSQL ?'),
verify('Est ce que vous êtes un expert en Algorithme et structures de données ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez les langages de programmation JAVA et C ?'),
verify('Est ce que vous maîtrisez data APIs ?').

```

/* les interfaces */

affich-image(Affichage, Imagen) :- new(Figure, figure),
    new(Bitmap, bitmap(resource(Imagen),@on)),
    send(Bitmap, name, 1),
    send(Figure, display, Bitmap),
    send(Figure, status, 1),
    send(Affichage, display, Figure, point(100,80)).

nouv_imagen(Fenetre, Imagen) :-new(Figure, figure),
    new(Bitmap, bitmap(resource(Imagen),@on)),
    send(Bitmap, name, 1),
    send(Figure, display, Bitmap),
    send(Figure, status, 1),
    send(Fenetre, display, Figure, point(0,0)).

imagen_quest(Fenetre, Imagen) :-new(Figure, figure),
    new(Bitmap, bitmap(resource(Imagen),@on)),
    send(Bitmap, name, 1),
    send(Figure, display, Bitmap),
    send(Figure, status, 1),
    send(Fenetre, display, Figure, point(500,60)).

```

```

boutons:-undo,
    hypothesis(Job),
    send(@debut, free),
    send(@texto, selection('Vous êtes présélectionné pour le poste de :')),
    send(@resp1, selection(Job)).

```

```

interface_principal:-new(@main,dialog('Système expert de préselection',
    size(1000,1000))),
    new(@texto, label(nombre,'Vous êtes présélectionné pour le poste
de:',font('georgia','roman',18))),
    new(@resp1, label(nombre,',font('georgia','roman',22))),
    new(@lblExp1, label(nombre,',font('georgia','roman',14))),
    new(@lblExp2, label(nombre,',font('georgia','roman',14))),


new(@quitter,button('QUITTER',and(message(@main,destroy),message(@main,fr
e)))),
    new(@debut,    button('COMMENCER    LE    TEST',message(@prolog,
boutons))),
    nouv_imagen(@main, img_principal),
    send(@main, display,@debut,point(138,450)),
    send(@main, display,@texto,point(20,130)),
    send(@main, display,@quitter,point(300,450)),
    send(@main, display,@resp1,point(20,180)),
    send(@main,open_centered).

creer_interface:- new(@interface,dialog('Bienvenue dans votre application DS Team',
    size(1000,1000))),
    affich-image(@interface, inter),


new(BoutonComencer,button('COMMENCER',and(message(@prolog,interface_princ
ipal) ,
    and(message(@interface,destroy),message(@interface,free)) ))),
    new(Bouton,button('QUITTER',and(message(@interface,destroy),message(@interfa
ce,free)))),
        send(@interface,append(BoutonComencer)),
        send(@interface,append(Bouton)),
        send(@interface,open_centered).

:-creer_interface.

demander(Question,Resp):-new(Di,dialog('Questions:')),

```

```

new(L2,label(texto,'Repondez aux Questions')),
write(Question),
question(Question,Imagen),
imagen_quest(Di,Imagen),
new(La,label(prob,Question)),
new(B1,button(oui, and(message(Di,return,oui)))),
new(B2,button(non, and(message(Di,return,non)))),
send(Di, gap, size(25,25)),
send(Di,append(L2)),
send(Di,append(La)),
send(Di,append(B1)),
send(Di,append(B2)),
send(Di,default_button,'oui'),
send(Di,open_centered),get(Di,confirm,Reponse),
free(Di),
Resp=Reponse.

```

/*comment poser des questions */

```

ask(Question) :-demander(Question,Resp),
( (Resp == oui ; Resp == y)
->
assert(yes(Question)) ;
assert(no(Question)), fail).

```

`:- dynamic yes/1,no/1.`

/*Comment vérifier quelque chose */

```
verify(S) :- (yes(S)
    ->
    true ;
    (no(S)
    ->
    fail ;
    ask(S))).
```

```
/* undo all yes/no assertions*/
undo :- retract(yes(_)),fail.
undo :- retract(no(_)),fail.
undo.
```

Conclusion

Le travail réalisé dans le cadre de notre projet de fin de module en Intelligence Artificielle a consisté à créer un système expert en langage Prolog. Pour cela nous avons opté pour développer une application qui a pour but de présélectionner des candidats pour des offres d'emploi en domaine des sciences de données.

Afin de réaliser ce projet, nous avons décomposer le travail en plusieurs étapes. En premier lieu nous avons bien analyser et examiner le sujet demander, une étude de code avec quoi nous allons travailler, ainsi que le choix des outils qui seront nécessaire pour réaliser notre projet. Ensuite l'analyse et la conception de l'application, et finalement l'implémentation du code source.

Ce travail nous a permis d'évaluer notre capacité pour dépasser les obstacles, surmonter les difficultés rencontrées, et œuvrer à trouver la solution adéquate face à tout impasse. En outre, il nous a offert l'opportunité de concrétiser nos connaissances dans le domaine d'intelligence artificielle, ainsi en langage Prolog à l'aide d'un cas réel, qui nous aideras à enrichir notre parcours académique ainsi que professionnelles.

Notre application peut être améliorée en ajoutant plus de questions, par conséquent, plus de tests pour différentes offres d'emploi.

Ce projet nous a permis de mettre en pratique notre esprit d'équipe, d'étude, d'analyse et de critique. De mettre en application nos connaissances et notre savoir acquis lors de la période de la formation de l'Intelligence Artificielle à la Faculté des Science Ain Chock.

Webographie

⊕ Swi-Prolog Documentation

<https://www.swi-prolog.org/pldoc/index.html>

⊕ Langage Prolog

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Prolog>

⊕ Système expert

<https://www.labri.fr/perso/moot/SE/SystemesExperts1.pdf>