

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

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

Département d'Informatique



Mémoire de fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Système informatique

Thème :

Résolution d'un problème de satisfaction de contraintes pour les services agricoles (Etude de cas : Direction de Guelma)

Encadré Par :

Dr. Chaoui
Mohammed

Présenté par :

Mekhancha
Bilel

October 2020

Résumé

Le problème de répartition des produits alimentaires sur la terre agricole est un processus complexe, c'est un problème de satisfaction de contraintes difficile à résoudre, car une solution de ce type de problème est représentée par un ensemble de propriétés. Le but est d'obtenir la meilleure combinaison de ces propriétés.

Le but de ce mémoire est de modéliser le problème de répartition des produits alimentaires des services agricoles de Guelma (DSA), en se basant sur le principe de la programmation par contraintes. Ce problème est formulé par un problème de satisfaction de contraintes (CSP) et nous avons obtenus des résultats très satisfaisants.

Mots clés : Satisfaction, Contraintes, Services agricoles

Abstract

The problem of distributing food products on agricultural land is a complex process, it is a problem of constraint satisfaction difficult to solve, because a solution of this type of problem can be represented by a set of properties. The goal is to get the best combination of these properties.

The goal of this thesis is to model the problem of distribution of food products of the agricultural services in Gulema (DSA), based on the principle of constraint programming. This problem is formulated by a constraint satisfaction problem (CSP). We have very good results with our tool.

Keywords: Satisfaction, Constraints, Agricultural services.

Remerciements

Au nom de dieu le clément, le miséricordieux,

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

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

*Des remerciements à tous les enseignants du département
d'informatique de l'université 08 mai 1945 de Guelma qui
m'a donné l'aide et toutes les informations que j'ai
besoins d'elles.*

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

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

Table de matières

<i>RESUME</i>	3
LISTE DES FIGURES	4
INTRODUCTION GENERALE	6
CHAPITRE 1 : PROGRAMMATION PAR CONTRAINTES ET ALGORITHMES	8
1. INTRODUCTION	9
2. PROGRAMMATION PAR CONTRAINTES	9
3. PROBLEME DE SATISFACTION DE CONTRAINTES (CSP)	10
3.1. QU'EST-CE QU'UNE CONTRAINTE ?.....	10
3.2. ARITE D'UNE CONTRAINTE.....	10
3.3. DEFERENTS TYPE DE CONTRAINTES.....	11
3.4. QUELQUES CONTRAINTES GLOBALES.....	11
4. ALGORITHMES DE RESOLUTION D'UN PROBLEME DE SATISFACTION DE CONTRAINTE (CSP)	12
4.1. ALGORITHME GENERE ET TESTE	12
4.2. ALGORITHME SIMPLE RETOUR-ARRIERE.....	14
4.3. ALGORITHME DE FILTRAGE ET CONSISTANCE.....	16
4.3.1. <i>Consistance de nœud</i>	16
4.3.2. <i>Consistance d'arcs</i>	16
5. EXEMPLES DE SOLUTIONS DE CSP	17
5.1. COLORAGE D'UNE CARTE	17
5.2. N-REINE	19
6. CONCLUSION	22
CHAPITRE 2 : ETUDE DE CAS : SERVICES AGRICOLES DE GUELMA	23
1. INTRODUCTION	24
2. DEFINITION AGRICULTURE	24
3. DEFINITION DES SERVICES AGRICOLE	24
4. RAISONNEMENT DE SERVICE AGRICOLE GUELMA (DSA)	24
5. CONCEPTS ADOPTES DANS LE SERVICE AGRICOLE	25
6. LA PROBLEMATIQUE DES SERVICES AGRICOLE	27
6.1. PROBLEMES DE SAUVEGARDE MANUELLE ET ARCHIVAGE.....	27
6.2. PROBLEMES DE DONNEES FLOUES	28
6.3. PROBLEMES DE STOCKAGE ET TRANSFORMATION	28
6.4. PROBLEMES DE L'AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE	29
6.5. PROBLEMES DE REPARTITION	29
7. LA SOLUTION PROPOSEE	30
7.1. MODELISATION DU PROBLEME	31
7.1.1. <i>Affectation des rendements moyens pour chaque cultureaux communes</i>	31
7.1.2. <i>Affectation des moyennes de production pour chaque culture dans la wilaya</i>	32
7.1.3. <i>Affectation des degrés de production aux communes par rapport au rendement de la wilaya pour chaque culture</i>	32
7.2. DESCRIPTION DE LA SOLUTION	32
7.2.1. <i>Description des contraintes</i>	34
7.2.2. <i>Exemple de répartition</i>	34
8. PREPARATION DE LA BASE DE DONNEES DE DEUX ANNEES	35
9. CONCLUSION	36
CHAPITRE 3 : CONCEPTION ET IMPLEMENTATION	37

1. INTRODUCTION	38
2. MOTIVATION DU TRAVAIL	38
3. ENVIRONNEMENTS ET LES OUTILS POUR L'IMPLEMENTATION DU TRAVAIL	38
3.1. WINDEV	38
3.2. MYSQL	38
3.3. XAMPP.....	39
4. CONCEPTION	39
4.1. DIAGRAMME DE CLASSES	39
4.2. DIAGRAMME DE SEQUENCES	40
5. IMPLEMENTATION.....	41
5.1. PRESENTATION DE L'APPLICATION.....	41
5.1.1. <i>Gestion des communes</i>	43
5.1.2. <i>Gestion des exploitations agricoles</i>	43
5.1.3. <i>Gestion des cultures agricoles</i>	45
5.1.4. <i>Les récoltes</i>	45
5.1.5. <i>La répartition agricole</i>	45
5.2. ALGORITHME DE REPARTITION (NOTRE SOLUTION)	46
5.3. RESULTATS OBTENUS	48
5.4. COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS	50
5.5. LES STATISTIQUES	51
5.6. EXPLOITEZ LE RESTE DES SUPERFICIES.....	52
6. CONCLUSION	54
CONCLUSION GENERALE	55
BIBLIOGRAPHIE	56
WEBOGRAPHIES.....	58

Liste des figures

CHAPITRE 1

FIGURE1 1 : ALGORITHME GENERE ET TESTE. (URL4)	13
FIGURE1.2 : TRACE D'EXECUTION GET. (URL4).....	14
FIGURE1.3 : ALGORITHME SIMPLE RETOUR-ARRIERE. (URL4)	15
FIGURE1 4 : ALGORITHME SIMPLE RETOUR EN ARRIERE. (URL4)	16
FIGURE1.5 : CONSISTANCE D'ARCS (URL4).....	17
FIGURE1.6 : UNE CARTE DE L'AUSTRALIE	17
FIGURE1. 7 : SOLUTION	19
FIGURE1.8 : EXEMPLE D'AFFECTATION N-REINE	19
FIGURE1.9 : DIAGRAMME 4 TYPES DE CONTRAINTES	20
FIGURE1 .10 : DIAGRAMME DE REGROUPEMENT.....	21

CHAPITRE 2

FIGURE2.1 : LES EXPLOITATIONS AGRICOLES AU NIVEAU DE « BOUMAHRA AHMED »	25
FIGURE2.2 : LES EXPLOITANTS POTENTIELS AU NIVEAU DE LA COMMUNE	26
FIGURE2.3 : LES RESSOURCES HYDRIQUES ET LES MODES D'IRRIGATIONS	26
FIGURE2.4 : LES CULTURES AGRICOLES PRATIQUEES AU NIVEAU DE DSA	27
FIGURE2.5 : LES INFRASTRUCTURES DE STOCKAGE AU NIVEAU DE « BOUMAHRA AHMED ».....	28
FIGURE2.6 : LA REPARTITION DES TERRES AGRICOLE DSA	30
FIGURE2.7 : LES RENDEMENT MOYEN « TOMATE INDUSTRIELLE »	31

CHAPITRE 3

FIGURE3. 1 : DIAGRAMME DE CLASSE AGRICULTURE (DSA).....	39
FIGURE3. 2 : DIAGRAMME DE SEQUENCES LOGIN	40
FIGURE3. 3 : DIAGRAMME DE SEQUENCE DES GESTIONS	40
FIGURE3. 4 : DIAGRAMME DE SEQUENCES DES SCENARIOS DE REPARTITION	41
FIGURE3. 5 : FENETRE LOGIN	42
FIGURE3. 6 : FENETRE PRINCIPALE DE NOTRE APPLICATION	42
FIGURE3. 7 : FENETRE DE GESTION DES COMMUNES	43
FIGURE3. 8 : FENETRE DE GESTION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES	44
FIGURE3. 9 : FENETRE FICHE DE PRODUCTION AGRICOLE	44
FIGURE3. 10 : FENETRE DE GESTION DES CULTURES AGRICOLES	45
FIGURE3. 11 : FENETRE DE TOUTES LES PRODUCTIONS AGRICOLES	46
FIGURE3. 12 : L'ALGORITHME DE REPARTITION	47
FIGURE3. 13 : PROCESSUS DE RETOUR EN ARRIERE POUR SATISFAIRE LA CULTURE « AGRUME »	48
FIGURE3. 14 : LA REPARTITION FINALE DE LA CULTURE « BLE DUR »	49
FIGURE3. 15 : LE NOMBRE DES CULTURES NON ACHEVEES	49
FIGURE3. 16 : LES SUPERFICIES RESTANTES	50

FIGURE3. 17 : COMPARAISON DE TOUTES LES CULTURES AGRICOLES	50
FIGURE3. 18 : COMPARAISON DES CULTURES AGRICOLES IMPORTANTES	50
FIGURE3. 19 : COMPARAISON DES CATEGORIES CULTURES	51
FIGURE3. 20 : FENETRE DE STATISTIQUES DE CULTURES IRRIGUEES.....	51
FIGURE3. 21 : LA PRODUCTION AGRICOLE EN (2018/2019) (2019/2020).....	52
FIGURE3. 22 : L'AUGMENTATION DES PRODUCTIONS SELON L'IMPORTANCE.....	52
FIGURE3. 23 : LA PRODUCTION AVEC RESTE SELON L'IMPORTANCE	53
FIGURE3. 24 : L'AUGMENTATION DES PRODUCTIONS SELON LES RENDEMENTS	53
FIGURE3. 25 : LA PRODUCTION AVEC LE RESTE SELON LES MEILLEURS RENDEMENTS.....	53

Introduction Générale

Aujourd'hui, quel que soit son domaine, les services publics sont confrontés à différents problèmes dans tous les secteurs de la société. Il existe un besoin pour résoudre un problème donné peut être défini par l'ensemble des propriétés de ces secteurs qui doivent vérifier ses solutions.

Parmi eux nous avons le secteur d'agriculture qui joue un rôle très important dans le secteur économique pour satisfaire la disponibilité des produits alimentaires (fruits, légumes...etc.) est un point indispensable pour la facture d'importation. Nous remarquons en général qu'il y a des problèmes dans la répartition des terres et la culture aléatoire des produits agricoles, et cela est considéré comme un grand problème pour les services agricoles afin de parvenir une solution optimale pour l'autosuffisance. Ce problème peut être un problème de décision ou un problème d'optimisation.

Généralement le problème de services agricoles est un problème de satisfaction de contraintes (CSP), ce problème basé sur l'approche de programmation par contrainte (PPC) parce qu'elle est une approche efficace pour modéliser et résoudre les (CSPs) et consiste à définir à chaque fois les variables, leur domaines, et les contraintes. Dans notre travail, nous voulons respecter les contraintes imposées par les données réelles (rendement de la terre, type d'aliment adéquat, climat, capacité de stockage...etc.) pour trouver une solution optimale ou trouver toutes les solutions, mais nous avons travaillé seulement avec le rendement par manque d'informations approfondies sur les parcelles.

L'objectif de notre travail est de proposer une approche basée sur le principe de la programmation par contrainte permettant de résoudre le problème de répartition des produits alimentaires sur les terres agricoles selon les contraintes locales (en premier lieu le rendement), puis les contraintes nationales et les autres contraintes locales en second lieu pour des futurs travaux.

L'organisation du mémoire découle naturellement de cette problématique traitée. Il est structuré en trois chapitres qui permettent un cadrage progressif du sujet.

Dans le premier chapitre de notre travail, nous introduisons les notions liées à la programmation par contrainte et les techniques majeures de résolution de problèmes de satisfaction de contraintes, les algorithmes de résolution d'un CSP et des exemples de solutions de CSP.

Le deuxième chapitre donne une présentation des problèmes des services agricoles de Guelma (DSA), une description de la solution proposée et une modélisation de notre problème. Le chapitre explique la préparation de la base de données des deux années (archives réelles des services agricoles) et les contraintes avec toutes les difficultés que nous avons rencontrées.

Nous terminerons par le troisième chapitre qui va donner une présentation de l'application implémentée avec la description de chaque module qui la compose et quelques interfaces de gestion. Enfin, la discussion des résultats trouvés.

Chapitre 1:
Programmation
par contraintes et
algorithmes

1. Introduction

Dans les disciplines de l'intelligence artificielle et de la recherche opérationnelle, on rencontre de nombreux problèmes comme l'allocation de ressources, l'ordonnancement, la conception, le diagnostic automatisé. Ces problèmes se formulent aisément comme des problèmes de satisfaction de contraintes (CSP) [Rojas, 1997].

2. Programmation par contraintes

La programmation par contraintes est un paradigme de programmation qui repose sur la modélisation de problèmes de satisfaction de contraintes (CSP) et leurs résolutions à l'aide de méthodes dédiées (recherche arborescente, propagation, etc.) [Vancent Vigneron 2017].

En principe général l'approche de programmation par contraintes sert à résoudre des problèmes combinatoires sous la forme de problème de satisfaction de contrainte concrètement en définir à chaque fois les variables, leurs domaines, et les contraintes pour voir plusieurs objectifs (Url 12) :

- a. Trouver une solution ;
- b. Trouver toutes les solutions ;
- c. Trouver la meilleure solution ;
- d. Prouver qu'il n'y a pas de solution.

Nous pouvons résumer cela comme suite (Url 12) :

Résoudre CSP = donner une valeur à chaque variable du problème en respectant les relations logiques \longrightarrow obtient une solution.

Habituellement, comme nous l'avons vu précédemment, nous pouvons prouver qu'il n'y a pas de solution, mais dans ce cas, nous voyons des solutions qui ne sont pas idéales ce qu'on peut faire mais des solutions quand même possibles, on dit les problèmes de sur-contraintes et ces solutions (Url 12).

On peut relaxer les contraintes : Suppressions, Hiérarchies, Attribuer des poids, Coefficient aléatoire.

L'efficacité de la programmation par contraintes (PPC) repose sur la prise d'une décision solide parmi différentes décisions grâce à des algorithmes de propagation de contraintes robustes qui suppriment de la gamme des valeurs des variables qui génèrent des solutions peu pratiques si la propagation de contraintes à elle seule n'est pas suffisante pour créer une solution pratique et résoudre les sous-problèmes des autres méthodes de recherche opérationnelle [Rousseau, 2005] (Url3).

Chapitre 1

3. Problème de Satisfaction de Contraintes (CSP)

Un CSP est défini comme étant un ensemble de contraintes impliquant un certain nombre de variables. L'objectif consiste simplement à trouver un ensemble de valeurs à affecter aux variables, de sorte que toutes les contraintes soient satisfaites [Riff-Rojas, 1997].

On modélise aussi un CSP sous la forme d'un triplet (variable, domaine, contrainte) ils prennent la signification successivement de (X, D, C) tel que :

$X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ est l'ensemble des variables (les inconnues) du problème.

D est la fonction qui associe à chaque variable X_i son domaine $D(X_i)$, c'est-à-dire l'ensemble des valeurs que peut prendre X_i , un domaine peut être borné ou non et discret ou continue.

$C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$ est l'ensemble des contraintes. Chaque contrainte C_j est une relation entre certaines variables de X , restreignant les valeurs que peuvent prendre simultanément ces variables, pour plus de clarté, nous expliquerons en détail la signification de la contrainte plus tard (**Url 1**).

Formellement un état d'un problème CSP est défini par une assignation de valeur à certaines variables ou à toutes les variables, si l'assignation qui viole aucune contrainte elle est dite compatible, si elle concerne toutes les variables elle est dite complète. Alors, pour une solution à un problème CSP, c'est une assignation complète et compatible. Pour plus de compréhension, nous verrons quelques exemples (**Url 1**).

3.1. Qu'est-ce qu'une contrainte ?

Une contrainte est une relation logique (une propriété qui doit être vérifiée) entre plusieurs variables, (**Url 1**) ou est un arc (x, y) entre deux variables X, Y de domaine D_x, D_y est arc-consistante si seulement si Pour toute valeur de D_x , il existe une valeur de D_y qui satisfait la contrainte et pour toute valeur de D_y , il existe une valeur de D_x qui satisfait la contrainte.

Par exemple si $D_1 = \{1,2,3,4\}$ et $D_2 = \{1,2,3,4\}$ et que la contrainte est $X_1 > X_2$.

On peut éliminer de $D_1 : 1$ et de $D_2 : 4$ (**Url 2**).

3.2. Arité d'une contrainte

L'arité d'une contrainte est le nombre de variables sur lesquelles elle porte. On dira que la contrainte est :

- Un-aire** : elle ne porte que sur une variable par exemple : " $x * x = 4$ ".
- Binaire** : elle met en relation 2 variables par exemple : " $x \neq y$ " ou encore " $A \cup B = A$ ".

Chapitre 1

c. **Ternaire** : elle met en relation 3 variables par exemple : " $x+y < 3*z-4$ " ou encore "(non x) ou y ou z" = vrai.

d. **N-aire** : elle met en relation un ensemble de n variables (**Url 2**).

3.3. Différents type de contraintes

On distingue différents types de contraintes en fonction des domaines de valeurs des variables :

e. **Les contraintes numériques** : portant sur des variables à valeurs numériques : une contrainte numérique est une égalité ($=$), une différence (\neq) ou une inégalité ($<$, \leq , $>$, \geq) entre 2 expressions arithmétiques (**Url 1**).

Dont nous trouvons (les contraintes numériques sur les entiers, les contraintes numériques sur les réels, les contraintes numériques linéaires, les contraintes numériques non linéaires) (**Url 1**).

f. **Les contraintes booléennes** : portant sur des variables à valeur booléenne (vrai ou faux) : une contrainte booléenne est une implication (\Rightarrow), une équivalence (\Leftrightarrow) ou une non équivalence (\nLeftrightarrow) entre 2 expressions logiques. (**Url 1**)

Par exemple « (non a) ou b \Rightarrow c" ou encore "non (a ou b) \Leftrightarrow (c et d)".

g. **Les contraintes de Herbrand** : portant sur des variables à valeur dans l'univers de Herbrand : une contrainte de Herbrand est une égalité ($=$) ou d'inégalité (\neq) entre 2 termes (appelés aussi arbres) de l'univers de Herbrand. En particulier, unifier deux termes Prolog revient à poser une contrainte d'égalité entre eux. (**Url 1**)

Par exemple : l'unification de "f (X, Y)" avec "f(g(a), Z)" s'exprime par la contrainte "f (X, Y) = f(g(a), Z)". (**Url 1**)

3.4. Quelques contraintes globales

La modélisation des problèmes complexes est facilitée par l'utilisation de contraintes hétérogènes agissant indépendamment sur de petits ensembles de variables. Toutefois, la détection locale des inconsistances affaiblit la réduction des domaines. Les contraintes globales corrigent partiellement ce comportement en utilisant l'information sémantique issue de raisonnements sur des sous-problèmes. Elles permettent généralement d'augmenter l'efficacité du filtrage ou de réduire les temps de calcul. (Jean-Charles Regin 2004).

Par exemple, l'arc-consistance ne détecte pas l'inconsistance globale du CSP présenté dans la contrainte suivante.

$$x \neq y ; x \neq z ; z \neq y \\ DO(x) = DO(y) = DO(z) = \{0,1\}$$

Chapitre 1

En effet, l'inconsistance est issue des trois contraintes qui imposent que les trois variables prennent des valeurs distinctes alors que l'union de leurs domaines ne contient que deux valeurs. La contrainte globale *allDifferent* (x_1, \dots) qui impose que ses variables prennent des valeurs distinctes détecte cette inconsistance triviale.

Utilise des contraintes globales *allDifferent* pour représenter les cliques d'inégalités binaires. On introduit généralement les variables auxiliaires x_i et y_i par le biais des contraintes de liaison (2.6). Les variables auxiliaires correspondent aux projections sur la première colonne de la reine i en suivant les diagonales. La contrainte (2.6) impose que les reines soient sur des colonnes différentes alors que les contraintes (2.7) et (2.8) imposent que deux reines soient placées sur des diagonales différentes *allDifferent* (y_1, \dots) (A. Malapert 2011).

$$x_i = l_i - i, y_i = l_i + i \quad 1 \leq i \leq n \quad (2.6)$$

$$\text{allDifferent}(l_1, \dots) \quad (2.7)$$

$$\text{allDifferent}(x_1, \dots) \quad (2.8)$$

4. Algorithmes de résolution d'un problème de satisfaction de contrainte (CSP)

Les algorithmes que nous étudierons nous permettront de créer une solution pour « CSP » en fonction de l'application, il s'agit de rechercher la meilleure solution pour résoudre le « CSP » et pas seulement de rechercher une solution, par opposition ne cherchent pas à envisager toutes les combinaisons, mais ils cherchent à trouver le plus vite possible une affectation "acceptable" selon un certain critère.

Par exemple, pour le problème de la coloration de la carte que nous traiterons plus tard, nous pouvons rechercher la solution qui utilise le moins de couleurs possible, et ces algorithmes nous garantissent les meilleures solutions parmi lesquelles dans la recherche systématique nous trouvons (génère et teste, simple retour-arrière) et dans la technique de filtrage nous trouvons (consistance de nœud, consistance d'arcs, ..) et dans technique de propagation de contraintes nous trouvons (forward-checking, look-ahead) et la technique heuristique basée sur l'ordre des variables et des valeur (Url4).

4.1. Algorithme génère et teste

Le principe de cet algorithme est une manière simple et naïve d'énumérer toutes les affectations possibles jusqu'à ce qu'on en trouve une, cela répond à toutes les limites, cette approche dite « globale », et leur exécution sous forme de fonction récursive « Générer et tester (A, (X, D, C)) » (Url4).

Chapitre 1

Dans cette fonction, A contient une affectation partielle et (X, D, C) décrit le CSP à résoudre (au premier appel de cette fonction, l'affectation partielle A sera vide). La fonction retourne vrai si on peut étendre l'affectation partielle A en une affectation totale consistante (une solution), et faux sinon.

```
Function GET (A, (X, D, C)): Boolean
Précondition : (X, D, C) = un CSP sur les domaines finis,
A = une affectation partielle pour (X, D, C).
Post relation : Retourne vrai si l'affectation partielle A peut
être Étendue en une solution pour (X, D, C), faux sinon.
Début
Si toutes les variables de X sont affectées alors // A est une affectation totale
    Si A est consistante alors // A est une solution
        Retourner VRAI
    Sinon
        Retourner FAUX
    Fin si
Sinon // A est une affectation partielle
    Choisir une variable Xi de X qui n'est pas encore affectées
    Pour toute valeur Vi appartenant à Di faire
        Si GET (A U {(Xi, Vi)}, (X, D, C)) = VRAI alors
            Retourner VRAI
        Fin Si
    Fin pour
    Retourner FAUX
Fin si
Fin
```

Figure1.1 : Algorithme génère et teste. (Url4)

- **Exemple d'exécution (GET)**

Considérons le CSP (X, D, C) suivant :

$X = \{a, b, c, d\}$ $D(a) = D(b) = D(c) = D(d) = \{0,1\}$ $C = \{a \neq b, c \neq d, a + c < b\}$

Chaque rectangle représente un appel à GET (image 1).

On recherche de solutions de ce CSP par l'algorithme GET

Chapitre 1

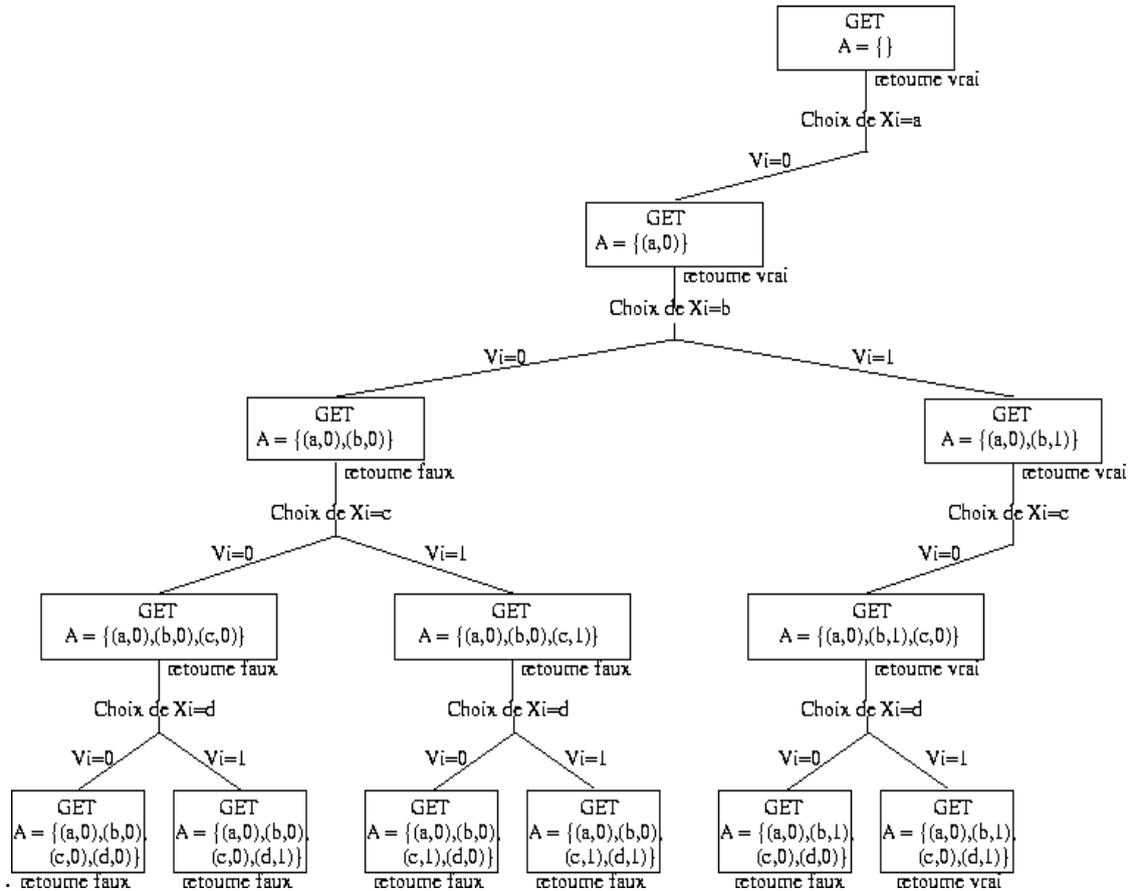


Figure1.2 : Trace d'exécution GET. (Url4)

- **Analyse critique de « GET » et notion d'espace de recherche d'un CSP**

L'algorithme "génère et teste" que nous venons de voir il ne pourra se terminer en un temps "raisonnable", car le problème est si l'ensemble complet des affectations est appelé l'espace de recherche dans CSP cet espace présente des inconvénients :

- Ensemble complet de tâches ;
- Un conflit a été détecté à la dernière minute ;
- La croissance exponentielle de la taille de l'espace de recherche.

Pour l'amélioration ne développe que des affectations partielles consistantes et réduit les domaines (anticipation). Nous verrons cette amélioration dans les algorithmes suivants. (Url4).

4.2. Algorithme simple retour-arrière

Algorithme simple retour en arrière ("back Track" en anglais) c'est la première façon d'améliorer l'algorithme précédent « génère et teste » consiste à tester au fur et à mesure de la construction de l'affectation partielle sa consistance avec principe de construction de solution et jusqu'à la plus récente instanciación partielle consistante que l'on peut étendre en affectant une autre valeur à la dernière variable affectée (Url4).

Chapitre 1

```
Fonction SRA (A, (X, D, C)) : booléen
Précondition : A = affectation partielle (X, D, C) = un CSP sur les domaines finis
Post relation : retourne vraie si A peut être étendue en une solution pour (X, D, C), faux sinon.

Début
Si A n'est pas consistante alors retourner alors
Retourner FAUX
Fin si
Si toutes les variables de X sont affectées alors // A est une affectation totale et consistante = une
solution
Retourner VRAI
Sinon // A est une affectation partielle consistante
    Choisir une variable Xi de X qui n'est pas encore affectées
    Pour toute valeur Vi appartenant à Di faire
        Si SRA (A U {(Xi, Vi)}, (X, D, C)) = VRAI alors
            Retourner VRAI
        Fin Si
    Fin pour
Retourner FAUX
Fin Si
```

Figure1.3 : Algorithme simple retour-arrière. (Url4)

➤ Exemple d'exécution (SRA)

L'algorithme génère tous les prolongements de l'affectation partielle $A=\{(a,0), (b,0)\}$, en énumérant toutes les possibilités d'affectation pour les variables c et d, alors qu'elle viole la contrainte $a \neq b$.

L'algorithme « simple retour-arrière » ne va donc pas chercher à étendre cette affectation, mais va retourner en arrière à l'affectation partielle précédente $A=\{(a,0)\}$, et va l'étendre en affectant 1 à b, ... (Url4).

La figure 2 illustre la résolution du problème des 4 reines par l'algorithme simple retour en arrière qui en vue en détail dans la fin de chapitre.

Chapitre 1

Fonction REVISE $((X_i, D_i), (X, D, C))$: booléen

Début

DELETE FAUX

Pour tous les V_i de D_i **faire**

S'il n'y a pas de V_j dans D_j qui satisfasse les contraintes binaires entre X_i et X_j **alors**

 Supprimer V_i de D_i

 DELETE VRAI

Fin Si

Fin pour

Retourner DELETE

Fin

Figure1.5 : Consistance d'arcs (Url4).

5. Exemples de solutions de CSP

5.1. Colorage d'une carte

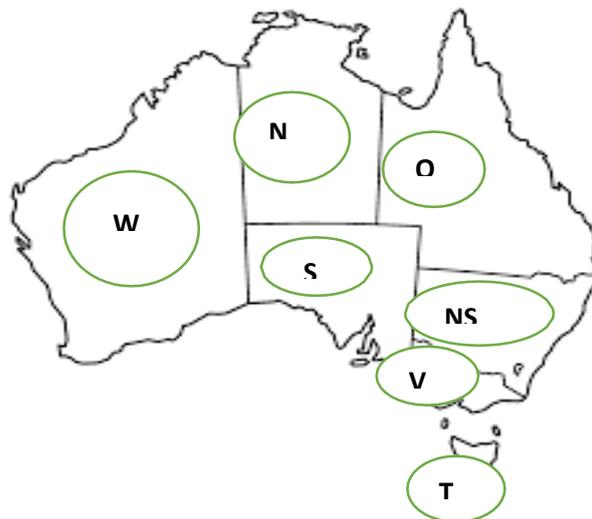


Figure1.6 : Une carte de l'Australie.

Le coloriage des arêtes (les régions) d'un graphe consiste à affecter une couleur à chaque arête tel que deux arêtes adjacentes ne soient pas coloriées de la même manière.

On a donc une variable pour chaque région, chacune de ces variables pouvant prendre comme valeur une des 3 couleurs.

Chapitre 1

Les contraintes spécifient que deux régions voisines ne doivent pas être de la même couleur.

On veut donner une carte de l'Australie (**Hugo Larochelle et Froduald Kabanza**)

- Et on veut demander d'utiliser seulement trois couleurs (rouge, vert, bleu). De sorte que deux états frontaliers n'aient jamais les mêmes couleurs.
- On peut facilement trouver une solution à ce problème on le formule un problème de CSP, en utilisant l'algorithme back Track pour ce CSP.

Pour formuler ce problème CSP on prend que :

- Les variables sont les états : $V = \{WA, NT, SA, NSW, Q, V, T\}$.
- Le domaine de chaque variable est l'ensemble de de trois couleurs $\{V, B, R\}$.



Les contraintes : les régions frontalières doivent avoir des couleurs différents :

- $WA \diamond NT, \dots, V \diamond T$.

La solution : On applique l'algorithme Back Track suivant : (**Hugo Larochelle et Froduald Kabanza**)

Algorithme backtracking-search (CSP) \longrightarrow information sur les variables, domaines, contraintes du problème CSP.

1. Retourner **BACK-TRCK** ($\{\},$ CSP)

Algorithme BACK-TRCK (assignation, CSP) // assignation de variables a des valeurs

1. Si assignation complète, retourner assignation ;
2. $X = \mathbf{VAR-NON-ASSIGNEE}$ (assignation, CSP) // choix de prochaine variable
3. Pour chaque v dans **VALEUR-ORDONNEES** ($X,$ assignation, CSP) // ordonner des valeurs à essayer
 1. Si **COMPATIBLE** ($(X=v),$ assignation, CSP)
 2. Ajouter ($X=v$) a assignation
 3. $CSP^* = CSP$ mais ou **DOMAINE** ($X,$ CSP) et $\{v\}$
 4. $CSP^*, ok = \mathbf{INFERENCE}$ (CSP^*) // tente de simplifier le problème CSP (si détecte conflit, $ok = \text{faux}$)
 5. Si $ok = \text{vrai}$
 6. Résultat = **BACK-TRCK** (assignation, CSP^*)
 7. Si résultat \diamond faux, retourner résultat
 8. Enlever ($X = v$) d'assignation
 9. Retourner faux.

Chapitre 1

Pour avoir cette solution :

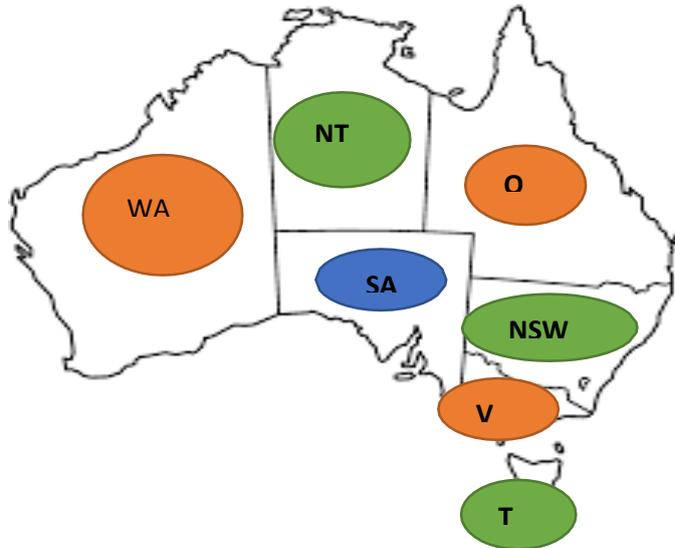


Figure1. 7 : Solution

{WA = Rouge, NT = Vert, Q = Rouge, SA = Bleu, NSW = Vert, V = Rouge, T = Vert}.

De nombreux problèmes "réels" se ramènent à ce problème de coloriage d'un graphe : problème des examens, d'emploi du temps, de classification.

5.2. N-reine

Le problème de N-reines pour résoudre nous utilisons une taille de problème, nous avons pris une matrice de $4 * 4$ et 4 reines ave données donc dans le jeu d'échecs sera là qui aura son mouvement comme horizon qui est dans une ligne ou une colonne ou en diagonale ses mouvements, donc ici c'est aussi une même reine et cette reine nous devons placer le sur la matrice, de sorte qu'il n'y ait pas deux reines attaquées. (Url4)

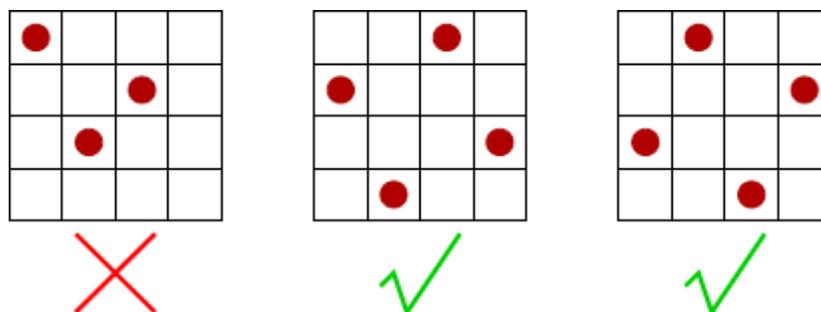


Figure1.8 : Exemple d'affectation N-reine (Url4).

Nous aurons plus qu'une solution et nous voulons toutes les solutions, maintenant nous voulons savoir quels sont tous leurs arrangements possibles à partir de là, qui satisferont ces conditions. Une reine peut attaquer une autre si elles seules toutes les deux sur la même ligne at la même colonne, ou la même diagonale.

Chapitre 1

Pour modéliser comme problème de CSP : **(Url4)**

Variabes : $X = \{L1, L2, L3, L4, C1, C2, C3, C4\}$

Domaines : $D(L1) = D(L2) = D(L3) = D(L4) = D(C1) = D(C2) = D(C3) = D(C4) = \{1,2,3,4\}$

Contraintes : on identifie 4 types de contraintes

- Les reines doivent être sur des lignes différentes.

$C_{lig} = \{L1 \neq L2, L1 \neq L3, L1 \neq L4, L2 \neq L3, L2 \neq L4, L3 \neq L4\}$

- Les reines doivent être sur des colonnes différentes.

$C_{col} = \{C1 \neq C2, C1 \neq C3, C1 \neq C4, C2 \neq C3, C2 \neq C4, C3 \neq C4\}$

- Les reines doivent être sur des diagonales montantes différentes.

$C_{dm} = \{C1+L1 \neq C2+L2, C1+L1 \neq C3+L3, C1+L1 \neq C4+L4, C2+L2 \neq C3+L3, C2+L2 \neq C4+L4, C3+L3 \neq C4+L4\}$

- Les reines doivent être sur des diagonales descendantes différentes.

$C_{dd} = \{C1-L1 \neq C2-L2, C1-L1 \neq C3-L3, C1-L1 \neq C4-L4, C2-L2 \neq C3-L3, C2-L2 \neq C4-L4, C3-L3 \neq C4-L4\}$

- L'ensemble des contraintes est défini par l'union de ces 4 ensembles :

$C = C_{lig} \cup C_{col} \cup C_{dm} \cup C_{dd}$.

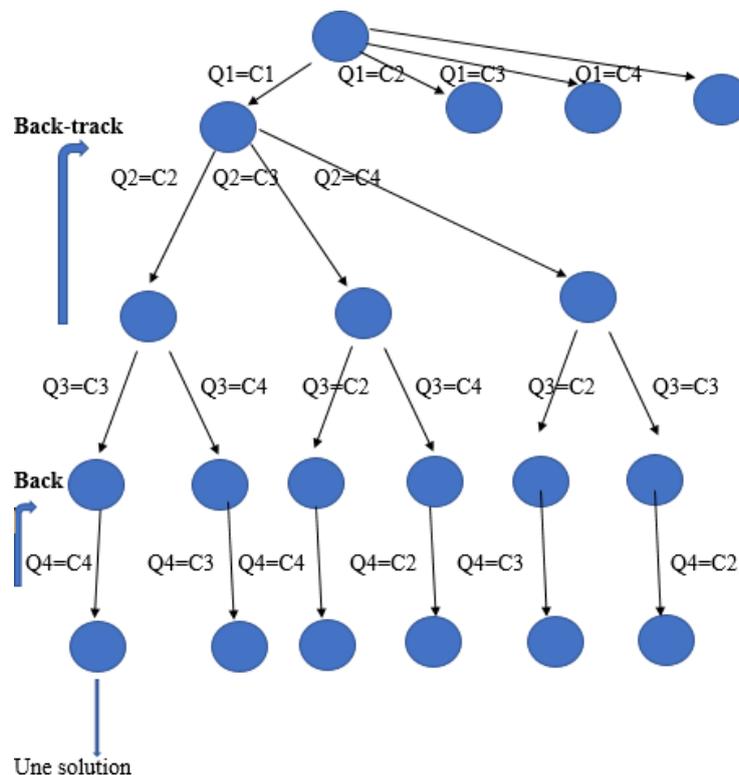


Figure1.9 : Diagramme 4 types de contraintes

Chapitre 1

On explique brièvement comment résoudre le problème :

1ère étape on vérifie les deux contraintes Clig, Ccol, et pas vérifier les reines attaquées pour le maximum de solutions possible et après on utilisera la 3ème contrainte pour vérifier les reines attaquées on dessine un arbre des nœuds on place la première reine on première colonne, et le deuxième on deuxième colonne

Si on trouve toutes les solutions on voit que le nombre des nœuds

$$1+4+4*3+4*3*2+4*3*2*1$$

Ces nœuds pour les deux contraintes qui on a suivait, a partir de là, nous concluons cette équation suivante : **(Christophe Dürr)**

$$1 + \sum_{i=0}^3 \left[\prod_{j=0}^i (4 - j) \right] = 65$$

On place le 4 par N-reine :

$$1 + \sum_{i=0}^3 \left[\prod_{j=0}^i (N - j) \right]$$

On résout la solution pour la contrainte les reines attaquées

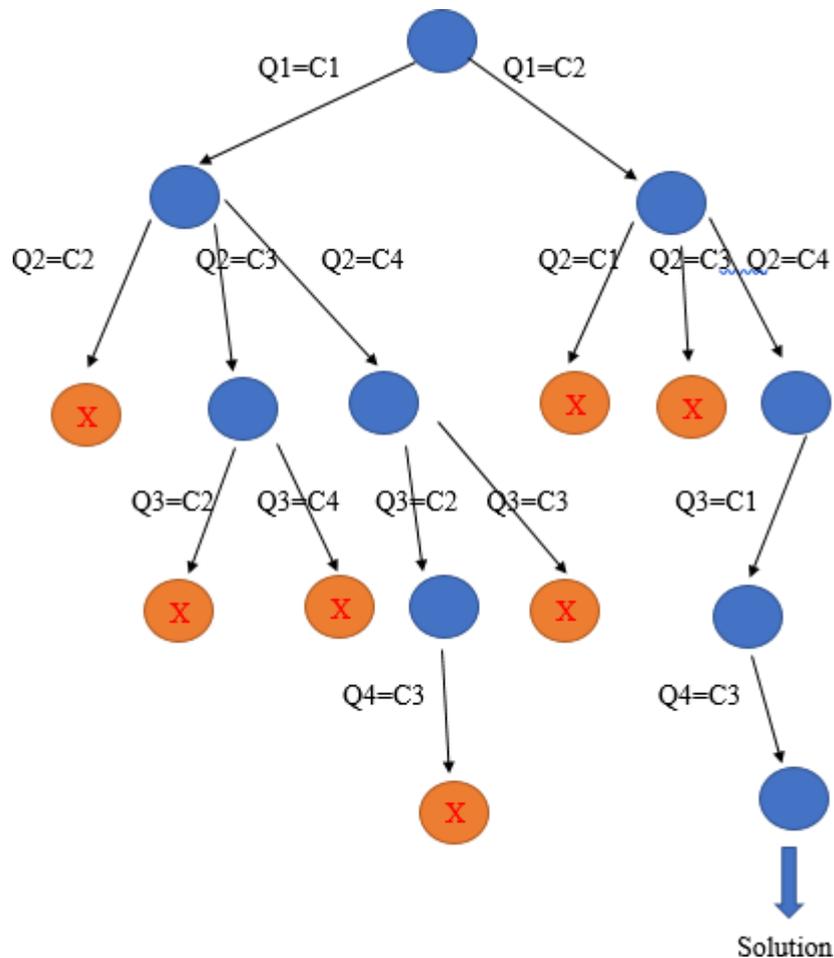


Figure1 .10 : Diagramme de regroupement

Chapitre 1

$C_{dm} = \{C1+L1 \neq C2+L2, C1+L1 \neq C3+L3, C1+L1 \neq C4+L4, C2+L2 \neq C3+L3, C2+L2 \neq C4+L4, C3+L3 \neq C4+L4\}$

Avec une fonction de regroupement (bundling function) qui satisfait la contrainte.

La solution est 2, 4, 1, 3, on a la capacité de trouver une autre solution 3, 1, 4, 2, on bouge les reines afin d'utiliser back-tracking search. (**Christophe Dürr**)

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous décrivons l'approche déclarative de programmation par contrainte PPC qui permet de résoudre des divers problèmes de satisfaction de contraintes CSP et les problèmes combinatoires.

Les problèmes CSP sont des problèmes dans un espace d'assignation de valeur à des variables avec un ordonnancement.

L'ordonnancement joue un rôle significatif dans la performance pour avoir une résolution précise des problèmes de satisfaction de contraintes en générant des solutions efficaces à un problème par la combinaison des techniques de filtrage par exemple (AC-3) pour détecter les incompatibilités locales et des algorithmes de recherche, comme nous les avons vu dans les deux derniers exemples.

Chapitre 2 :
Étude de cas
services agricoles de
Guelma

Chapitre 2

1. Introduction

L'agriculture joue un rôle capital dans l'économie mondiale. En effet, ce secteur intervient dans l'échange international, les énergies, l'équilibre social, le commerce international... Néanmoins, l'agriculture en Algérie fait aujourd'hui face à de nombreux enjeux majeurs, dont le problème de répartition des produits alimentaires sur les terres agricoles.

2. Définition agriculture

C'est l'ensemble des activités économiques visant à transformer le milieu naturel pour la production de végétaux et d'animaux utiles à l'homme. (Url5)

L'agriculture s'apparente à un ensemble d'activités relatif à la culture des terres traité par l'agriculteur. Cette activité vise à répondre généralement aux besoins alimentaires des consommateurs par le biais des produits animaux et végétaux. (Url10)

Outre l'alimentation, ce secteur assure également la production de peaux d'animaux, d'engrais, de produit à vocation industriel ainsi que des plantes et du bois, elle consiste différentes formes de cultures (céréaliculture, maraichage, fruitiers, ...).

3. Définition des services agricole

La production de services à travers l'agriculture implique la modification ou le maintien du soutien et / ou la mise à disposition de capacités techniques et humaines par l'agriculteur. La relation de service vise à répondre à une demande, transmise par les utilisateurs finaux ou les représentants de ces utilisateurs. Ensuite ce service s'exprime souvent dans une activité majeure liée à la production de produits agricoles. C'est une caractéristique importante de l'agriculture de service : elle repose généralement sur les économies d'échelle entre la production du bien agricole et la production du service (Aznar, 2007).

Ainsi, l'agriculture de service comprend différentes classes d'activités : vente directe, agrotourisme, restauration ...

4. Raisonnement de service agricole Guelma (DSA)

Le service agricole de la wilaya de Guelma travaille au développement de l'activité agricole en particulier dans le sens de l'augmentation et l'amélioration des potentialités existantes. Il dispose en sept subdivisions, selon la spécificité et l'étendue de la surface agricole, actuellement les subdivisions sur tout le territoire national, et chaque subdivision couvre entre une et 8 communes en moyenne (Url7).

Chapitre 2

Chaque commune est identifiée par la superficie agricole totale, de la superficie non productive, de la superficie irriguée, des terres irriguées, etc. pour les agriculteurs et les types de leurs exploitations agricoles, des infrastructures de stockage, des méthodes et moyens d'irrigation, des cultures pratiquées pour chaque saison, quelle est la superficie cultivée et la production récoltée, comme pour chaque produit alimentaire a sa propre classification (maraichages, fruits, pomme de terre, céréales, légumes...), nous verrons tout cela plus tard dans la conception.

5. Concepts adoptés dans le service agricole

Dans le secteur agricole il existe des concepts de base pour manipuler, identifier, gérer et stocker les données c'est-à-dire des concepts liés au secteur parmi eux, nous avons :

➤ Exploitation agricole

Une exploitation agricole est une unité économique de production agricole soumise à une direction unique et comprenant tous les animaux qui s'y trouvent et toute la terre utilisée, entièrement ou en partie, pour la production agricole, indépendamment du titre de possession, conjointement par deux ou plusieurs particuliers ou ménages ou par une personne ou entreprise collective, parmi eux au niveau Guelma : privé, EAC, EAI, ferme pilote, ..., la (**Figure2.1**) suivante montre les types d'exploitations agricoles et leurs superficie exploitées.

- **Exploitant**

L'exploitant est la personne physique ou morale responsable de la gestion de l'exploitation et des décisions majeures liées à l'utilisation des ressources agricoles. Chaque exploitant appartient à une exploitation, la (**Figure2.2**) suivante représente Les exploitants potentiels au niveau de la commune « Boumahra Ahmed » dans le service DSA.

1.5 EXPLOITATIONS AGRICOLES :				
1.5.1 NOMBRE TOTAL DES EXPLOITATIONS AGRICOLES SELON TYPES				
STATUT		NOMBRE	SAT (ha)	SAU (ha)
Consessions	ex-EAC	30	1 978,00	1 792,00
	ex-EAI	46	525,00	461,00
	Autres			
Privé		289	6 322,00	4 494,00
APFA				
Fermes pilotes				
Instituts sous tutelle MADRP				
Autres institut ou organisme				
Eleveurs sans terre		25		

Figure2.1 : Les exploitations agricoles au niveau de « Boumahra Ahmed »

Chapitre 2

						PAGE 3 / 9
1.5.2 CARNET D'ADRESSE (des exploitants potentiels au niveau de la commune)						
Filière d'activité	Nom et prénom	Adresse	Contacts (tél, e-mail, etc)	SAU (ha)	Nbr effectif	
Céréaliculture		BOUMAHRA AHMED		15,00		
fourrages		AIN ELFAR		10,00		
légumes secs		MECHTA DOUAKHA		180,00		
Pomme de terre		MECHTA AIN ELFAR		24,00		
Oignon		BOUMAHRA AHMED		30,00		

Figure2.2 : Les exploitants potentiels au niveau de la commune.

- **Eau, Irrigation**

Sont des services essentiels à l'agriculture, afin d'assurer une meilleure production car certains produits agricoles ont besoin d'eau en abondance, cette fonctionnalité doit donc être utilisée à bon escient et au niveau de la wilaya, nous trouvons les modes d'irrigation (aspersion, gout à gout, gravitaire) et les ressources hydriques on trouvons (ceds, barrage, puits, pompage oued, ...), la (**Figure 2.3**) suivante montre les ressources hydriques et les modes d'irrigations au niveau de commune « Boumahra Ahmed ».

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
76		1.2.1 SUPERFICIE DES CULTURES IRRIGUEES							1.2.2 MODE D'IRRIGATION			
78		Filière		Superficie (ha)				Mode		Superficie (ha)		
79		Céréales d'hiver		60,00				Aspersion		312,00		
80		Céréales d'été						Gravitaire		55,00		
81		Cultures maraichères		78,52				Goutte à goutte		350,00		
82		cultures industrielles		492,98				Pivots				
83		Cultures fruitières		85,50				Foggara				
84		Vignobles						Épandage des crues				
85		Divers : (préciser)						Autres : (préciser)				
86												
87												
88		1.2.3 ORIGINE DE L'EAU										
90					Nombre						Nombre	
91		Ceds						Crues d'oued				
92		Retenues colinaires						Station d'épuration				
93		Barrage			1			Autres (préciser) :				
94		Puits			15							
95		Forrages										
96		Pompage oued			1							

Figure2.3 : les ressources hydriques et les modes d'irrigations.

Chapitre 2

- **Culture agricole**

Une culture est une production végétale tirée de l'exploitation de la terre, ou une plante cultivée par exemple (blé dur, pomme de terre, carottes, ...) et chaque culture agricole appartient à une catégorie spéciale (maraichage, céréale, légumes, ...), la (**Figure 2.4**) suivante montre les cultures agricoles et leurs catégories pratiquées au niveau de la DSA.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
237			Céréales	Blé dur			85		1 070,00		27 720,00	
238				Blé tendre			25		50,00		1 760,00	
239				Orge			40		60,00		1 600,00	
240				Mais			8		20,00		320,00	
241				Autres								
242			Fourrages				80		194,00		39 800,00	
243			Légumes secs	Pois chiches								
244				Lentilles								
245				Autres			15		20,00		240,00	
246			Cultures industrielles	Tomate			70		467,98		248 030,00	
247				Autres			15		25,00		6 000,00	
248			Cultures maraichères	PDT de semence			4		20,00		28 210,00	
249				PDT de consommation			1		1,00		4 950,00	
250				Tomate	plein champs			6		10,00		3 800,00
251					sous serres							
252				Oignon			35		12,00		12 900,00	
253				Ail			16		6,00		558,00	
254			Autres			45		94,00		16 800,00		
255			Pommier			1		0,50		80,00		

Figure2.4 : Les cultures agricoles pratiquées au niveau de DSA.

- **Infrastructure de stockage**

Ce sont des bâtiments de stockage alimentaire d'une certaine capacité car chaque produit agricole a une méthode de stockage spécifique (hangars, silos, chambre froide, ...).

6. La problématique des services agricole

Les services agricoles jouent un rôle majeur dans la gestion de l'agriculture algérienne afin d'améliorer la production et de répondre aux besoins. Mais ils font face à de nombreux problèmes : problèmes de sauvegarde manuelle et archivage, données floues, problème de répartition, problèmes de stockage et industrie et l'autosuffisance alimentaire.

6.1. Problèmes de sauvegarde manuelle et archivage

Les services agricoles de Guelma utilisent Excel pour sauvegarder les données durant toute l'année pour l'ensemble des communes. Le premier problème rencontré est, comment trouver l'information sur un ensemble de fichiers Excel et créer des analyses de statistiques qui vont aider les services agricoles de trouver les meilleurs résultats pour la prochaine année.

Chapitre 2

6.2. Problèmes de données floues

Les Service agricoles de Guelma utilisent Excel pour traiter et organiser les données agricoles à partir de formulaires de consultation administratifs et subsidiaires, car il saisit manuellement toutes les données sans aucun système de surveillance ou programme qui traite et gère ces données. Par conséquent, nous tombons dans de nombreux problèmes et difficultés afin d'organiser et de clarifier ces données, et nous avons également trouvé de nombreuses erreurs d'écriture et des nombres aléatoires avec l'absence totale de règles de gestion.

Sachant qu'Excel n'offre aucune possibilité de tracer les données, impossible de savoir qui a utilisé le mauvais fichier, ou celui qui a supprimé des lignes sur le fichier partagé.

6.3. Problèmes de stockage et transformation

Dans la wilaya de Guelma ou au niveau national, les agriculteurs souffrent d'un manque d'espace de stockage qui répond à leurs besoins. Nous avons 3 silos et quelques hangars au niveau la wilaya de Guelma malgré la grande surface agricole, nous constatons donc la détérioration des produits agricoles.

3.13 Infrastructures de stockage et de collecte :			
		Nombre	Capacité (m3, L ou Qx)
461			
462	Chambre froide	1	800,00
463	Hangars	1	2 310,00
464	Silos		
465	Point de collecte Lait		
466	Point de collecte céréales + Légumes secs		
467			
3.14 Institutions financières :			
468		Nombre de succursale ou bureau régional	
470			

Figure 2.5 : Les infrastructures de stockage au niveau de « Boumahra Ahmed ».

La figure 2.5 nous montre le nombre d'infrastructures de stockage dans la commune de Boumahra Ahmed, bien que cette dernière donne beaucoup de production.

N'oubliez pas qu'il existe uniquement deux usines de transformation agricole pour les tomates, malgré la production importante de cette substance, car l'agriculteur atteint l'usine avec une centaine de quintaux, mais malheureusement, il perd la moitié à cause du retard, en raison de la longueur des files d'attente.

Par conséquent, un plan ferme doit être élaboré pour réduire ce problème et sécuriser la production, et ouvrir la voie à la concurrence aux investisseurs dans les usines de fabrication.

Chapitre 2

6.4. Problèmes de l'autosuffisance alimentaire

Au nom de l'autosuffisance, l'État s'est emparé de l'agriculture en gérant les prix et en créant des fermes publiques gérées par des bureaucrates à l'abri des réalités du marché. L'objectif principal était de produire et de stocker autant que possible tout en protégeant les producteurs nationaux de la concurrence étrangère.

Cette vision de la production allait à l'encontre du bon sens dans la mesure où les prix des produits agricoles (blé, tomates, etc.) sont deux à trois fois plus chers que les produits étrangers de mauvaise qualité. Les questions de coût et de productivité n'ont pas été prises en compte, ce qui n'était pas approprié pour l'utilisation rationnelle des facteurs de production (terre, capital, travail).

En outre, l'accent doit être mis sur la bonne répartition des terres agricoles, en tenant compte de la manière de déterminer la production attendue et de fournir tout ce qui est nécessaire pour atteindre l'autosuffisance. Dans nos recherches, nous aborderons tout cela et trouverons les solutions nécessaires et disponibles.

6.5. Problèmes de répartition

Après avoir consulté les données de DSA, nous avons constaté que la répartition des terres agricoles est inexistante. Ils ne traitent que de certaines statistiques qui sont collectées par un représentant agricole spécial pour la région en écrivant ces statistiques dans un ensemble de papiers qui contiennent la superficie totale et la production totale avec le nom de l'agriculteur, par exemple dans la ville de Guelma on constate que l'agriculteur « x » travaille sur une superficie de 120 hectares avec production Spécifique et ces statistiques sont saisies dans des fichiers Excel, et au final nous trouvons des informations inexactes et chaotiques car il y a une différence entre ce qui se passe dans la réalité agricole et la gestion agricole, la figure (**Figure 2.6**) montre la répartition des terres agricoles de la commune de « Boumahra Ahmed » au niveau de DSA.

Par conséquent, nous mentionnerons quelques points qui résument l'ampleur de la mauvaise gestion dans ce secteur.

- La culture aléatoire des agriculteurs.
- Manque de suivi du terrain pour les agriculteurs.
- Absence ou manque d'infrastructures de stockage.
- Soutien agricole sans surveillance.
- L'absence de programme précis pour tirer parti des énormes capacités de la wilaya.
- Manque de potentiel d'irrigation.

Chapitre 2

D'autre part, la DSA devrait élaborer un plan par l'association des ingénieurs agricoles, statistiques et les informaticiens afin de faire progresser le secteur par une meilleur répartition selon les contraintes locales en premier lieu (le climat, le rendement de terre, la capacité d'irrigation, importance ...), et les contraintes nationales (demande de marché, ...), pour diminuer la facture d'importation et satisfaire les besoins. Dans notre travail, nous pratiquons une solution pour atteindre cet objectif.

TABLEAU B-2-14 a : SUPERFICIE UTILISEES PAR L'AGRICULTURE							
	TERRES LABOURABLES		TERRES DES CULTURES PERMANENTES			CULTURES INERCALAIRES OU SOUS PALMIERS	SURFACES AGRICOLES UTILES (S.A.U)
	CULTURES HERBACEES	TERRE AU REPOS	PRAIRIES NATURELLES	VIGNOBLES	PLANTATIONS FRUITIERES		
	Voir Série B Volet 2 Tableau B-2-6 Colonne 8	Voir Série B Volet 2 Tableau B-2-12 Colonne 4	Voir Série B Volet 1 Tableau B-1-3 c Colonne 1	Voir Série B Volet 2 Tableau B-2-8 Colonne 12	Voir Série B Volet 2 Tableau B-2-11 Colonne 6	Somme indiquée dans le tableau superficies des cultures intercalaires	
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
colonnes	1	2	3	4	5	6	7 = (1+2+3+4+5)-6
TOTAL des Exploitations	6 718,63	-	-	-	214,00	185,63	6 747,00
dont: Fermes Pilotes	-	-	-	-	-	-	-

Figure2.6 : La répartition des terres agricole DSA.

7. La solution proposée

Dans le domaine de l'agriculture, c'est un champ numérique qui dépend des statistiques : production, superficies des terres, capacités de stockage, quantités d'eau ...

Mais ces chiffres et statistiques ont réussi l'autosuffisance ? Ont été exploitées pour atteindre les objectifs souhaités ? Bien sûr que non. Pour cet effet, nous avons développé une solution pour remédier à ce déséquilibre et la solution repose sur le principe de la programmation par contraintes pour générer la résolution de ce problème de l'agriculture. La première tâche consiste à formaliser le problème à l'aide de concepts dédiés, dans le but de le reformuler de manière plus abstraite après nous écrivant cet algorithme pour trouver au moins une solution selon les données disponibles.

Pour arriver à cette solution, nous avons préparé une base de données agricole de deux années selon les données offertes par les services agricoles de Guelma.

Nous avons aussi préparé une base de contraintes pour pouvoir appliquer notre algorithme en se basant sur le principe de l'algorithme de satisfaction de contraintes simple retour en arrière (backtracking search).

L'objectif est d'attribuer toutes les cultures agricoles aux communes en satisfaisant toutes ces contraintes.

Chapitre 2

7.1. Modélisation du problème

Pour résoudre le problème de répartition des terres agricoles au niveau de la wilaya de Guelma, nous avons le modélisé comme suit :

Nous avons le triplet (variable, domaine, contrainte) comme suit :

- $X = \{\text{commune1, commune2, commune3, commune4, commune5}\}, \{\text{culture1, culture2, ...}\}$
- $D = \{\text{Dc1, Dc2, Dc3, Dc4, Dc5}\}, \{\text{Dcu1, Dcu2, Dcu3, ...}\}$
- $C = C1, C2, C3, \dots, Cn$

7.1.1. Affectation des rendements moyens pour chaque culture aux communes

Les rendements moyens des communes pour chaque culture agricole montrant les meilleures terres de la commune et l'affectation des rendements tient compte les contraintes suivantes :

- Avoir la meilleure production ;
- La disponibilité des produits alimentaires.

Nous calculons les rendements de chaque culture par l'addition de toutes les productions d'une commune. Le rendement sera le total des productions divisé par la surface de ces productions. La formule suivante explique ce calcul :

$$R_{cc} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{cc}}{\sum_{i=1}^n S_{cc}}$$

La Figure 2.7 issue de notre application montre les rendements moyens de quatre communes dans la culture « tomate industrielle » :

COMM	COMMUNE	MOYEN_HA
1	Guelma	833,80 Qx/Ha
31	Boumahra Ahmed	699,49 Qx/Ha
20	El Fedjoug	674,76 Qx/Ha
34	Djeballah Khemici	597,70 Qx/Ha

Figure2.7 : Le rendement moyen « tomate industrielle ».

Chapitre 2

Pour chaque culture donc, nous obtenons les rendements pour toutes les communes participantes dans cette culture par exemple :

Rendement de Guelma en blé dur :

$$R_{cc} = 23987,6 \text{ (qx)} \div 910 \text{ (h)} = 26,36 \text{ (qx /h)}$$

7.1.2. Affectation des moyennes de production pour chaque culture dans la wilaya

Le rendement moyen de la wilaya pour chaque culture agricole montrant la force de production de cette wilaya par rapport aux cultures agricoles. Dans notre cas, nous avons besoin de ce rendement pour connaître la force des communes dans cette production. Donc, lorsque les deux rendements sont égaux ou le rendement de la commune dépasse celui de la wilaya, nous pouvons dire que cette commune possède les meilleures terres de production pour cette culture. Mais, lorsqu'il est inférieur, alors les terres de cette commune ne sont pas bonnes pour cette culture.

La formule suivante explique cela :

$$R_{wc} = \sum_{c=1}^n P_{cc} / \sum_{c=1}^n S_{cc}$$

7.1.3. Affectation des degrés de production aux communes par rapport au rendement de la wilaya pour chaque culture

Les degrés de production sont des valeurs pour les communes montrant est ce que la commune donne une meilleure production ou pas par rapport aux autres communes dans n'importe quelle culture agricole, on calcule les degrés des communes par la division du rendement d'une commune par celui de la wilaya.

La formule suivante explique cela :

$$D_{cc} = R_{cc} / R_{wc}$$

7.2. Description de la solution

Nous avons fixé les données des productions prévues pour toutes les cultures par rapport aux productions réelles des deux années précédentes de DSA. Ces productions ont été augmentées par 10% et elles représentent un seuil de démarrage pour achever une excellente affectation des cultures agricoles aux communes.

En premier lieu, nous avons classé les cultures agricoles selon l'ordre d'importance de la DSA comme suit :

Chapitre 2

1^{er} classement : tomate industrielle, 2^{ème} classement : pomme de terre, ...etc.

En deuxième lieu, nous avons fait la répartition selon le degré de la production pour chaque commune qui représente le pourcentage de répartition de la culture en question.

En troisième lieu, si la superficie restante de la commune égale à 0 ou bien ne suffit pour la couverture de la production souhaitée, un retour en arrière (backtracking-search) sera appliqué pour chercher une autre culture attribuée à cette commune et boucler sur les communes en commun dans la culture trouvée avec bien sur une superficie restante dans la commune.

Le parcours sera appliqué sur les répartitions précédentes. Si les conditions sont satisfaites, nous permutant la superficie et la production de la culture de démarrage par cette commune trouvée possédante une superficie suffisante ou partiellement suffisante, par la suite nous attribuons la culture de démarrage (non achevée) à la commune de démarrage (qui possède un manquant dans la superficie). Nous utilisons la méthode de transport programmation linéaire pour ne viole pas la contrainte C2 ($\text{degré} \geq 1$).

Dans ce cas, nous constatons que les communes qui ont épuisé leurs superficies sont les meilleures en termes de production et d'importance des cultures agricoles au niveau de la wilaya.

A la fin de cet algorithme, les cultures sont achevées avec des superficies importantes restantes, cela signifie que le processus a donné de meilleurs résultats qui vont être expliqués dans le troisième chapitre.

Le modèle complet est comme suit :

- **Les variables** sont les communes (Guelma, Boumahra Ahmed, Oued Zenati, El Fedjoj, Djeballah Khmissi) et les cultures agricoles : (blé dur, tomate, pomme de terre, oignon, ...).
- **Les domaines** de ces variables sont : (superficies totales en hectare, degrés (rendement des terres), superficies restantes, productions réelles, productions prévues, importances).
- **Les contraintes** : ($\text{degré} \geq 1$, importance DESC, seuil minimum de production prévue = production réelle + 10%, production prévue = vrai (achevée)).

Chapitre 2

7.2.1. Description des contraintes

- La première contrainte « C1 : importance DESC » garantit que les cultures qui se classent en premier se terminent en premier pour garantir la répartition des meilleurs terres aux cultures ayant les grandes productions.
- La deuxième contrainte « C2 : degré ≥ 1 » garantit que les communes qui ont les degrés supérieurs ou égale à 1 ont les meilleurs rendements et les bonnes terres pour avoir une meilleure répartition des cultures agricoles.
- La contrainte « C3 : production prévue = production réelle + 10% » comme étant un seuil minimum de production pour atteindre l'objectif de l'amélioration de la production au niveau de la wilaya par rapport aux années précédentes, ainsi pour montrer que notre outil est efficace d'un côté, et que la répartition précédente n'est pas bonne avec cette amélioration pour la même superficie d'un autre côté.
- La contrainte « C4 : production prévue = vrai (achevée) » garantit que notre répartition est bonne et nous avons trouvé une solution qui peut être la plus optimale (cultures achevées).

7.2.2. Exemple de répartition

- La culture « blé dur » = 1 la plus importante dans le tableau des cultures ;
- Le degré de la commune « Oued Zenati » = $1.12 > 1$ (selon production de la commune issue de l'archive et production totale de la wilaya) ;
- Le degré de la commune « Boumahra Ahmed » = $1.01 > 1$;
- La somme des degrés = 2.13 ;
- Le pourcentage des terres cultivées « Blé dur » de la commune « Oued Zenati » = $1.12 \div 2.13 * 100 = 52.58\%$;
- Le pourcentage des terres cultivées « Blé dur » de la commune « Boumahra Ahmed » = $1.01 \div 2.13 * 100 = 47.42\%$;
- La superficie totale de « Oued Zenati » = 7663.50 h ;
- La superficie restante de « Oued Zenati » = 7663.50 h (variable au cours de l'algorithme de répartition) ;
- La superficie totale de « Boumahra Ahmed » = 7036.63 h ;
- La superficie restante de « Boumahra Ahmed » = 7036.63 h (variable au cours de l'algorithme de répartition) ;
- La production réelle de « Blé dur » = 306342 qx (issue de l'archive) ;

Chapitre 2

- La production prévue (production réelle + 10%) = 336976.20 qx (objectif à atteindre pour cette culture).

Pour calculer la superficie d'une culture agricole « Blé dur » et atteindre la production prévue nous devons passer par l'opération suivante :

- Superficie = La production prévue * Le pourcentage ÷ Rcc ÷ 100

- Dans le cas de « Oued Zenati » nous trouvons :

$$336976.20 \text{ qx} * 52.58\% \div 35.30 \text{ qx/h} \div 100 = 5019.32 \text{ h}$$

- La superficie restante = 7663.50 h – 5019.32 h = 2644.18 h

Le même calcul doit être appliqué pour l'autre commune « Boumahra Ahmed » qui possède le degré supérieur ou égal à 1 afin de trouver la totalité de la production prévue. A la fin, la culture agricole « Blé dur » est achevée.

Nous appliquons le même principe de répartition sur la deuxième culture agricole par exemple « tomate » ainsi les autres cultures pour énumérer toutes les affectations totales des terres aux communes et achever toutes les cultures.

8. Préparation de la base de données de deux années

Après tous les efforts déployés et le manque d'informations disponibles dans l'administration agricole, en plus de la fermeture continue due à l'épidémie de COVID-19 et avec tout cela, nous avons trouvé de nombreux obstacles pour comprendre ce qui est stocké comme données dans les tableaux Excel, nous avons passé difficilement afin de développer une base de données de deux années sur laquelle nous avons appliqué notre algorithme et notre idée de répartition.

Nous avons travaillé uniquement sur cinq (05) communes pour le nombre important des données que nous ne pouvons pas les traiter toutes durant une courte période de test. Notre plan d'action est résumé comme suit :

- Insertion des cinq communes avec des superficies agricoles totales et utiles et des terres improductives et les forêts. Les superficies sont divisées en cultures agricoles dont chacune appartient à une catégorie spéciale.
- Les communes contiennent des exploitations agricoles pour chaque exploitation il y a des exploitants.
- Chaque commune a des superficies irriguées et des modes d'irrigation.
- Quelques communes possèdent des infrastructures de stockage et des ressources hydriques.

Chapitre 2

- Insertion de tous les exploitants identifiés par leurs noms et prénoms (386 lignes), leurs superficies ensemencées et les productions récoltées.
- Insertion de toutes les productions pour chaque commune (1513 lignes)
- Chaque production est différente des autres productions et les superficies aussi.
- Les cultures agricoles pratiquées identifiées par le nom de la culture et la catégorie.
- Chaque exploitant appartient à une seule commune.
- La saison agricole s'écrit par deux années par exemple 2018/2019.
- A cause de l'absence des parcelles, nous avons travaillé avec les superficies appartenant à des agriculteurs ou des exploitations agricoles spécifiques dans chaque commune.
- Créer une table de consommation (387 lignes) pour indiquer la consommation réelle et la production prévue (objectif fixée par les services agricoles) et réelle (mentionnées dans les fichiers Excel) pour chaque saison agricole de toutes les cultures agricoles au niveau de la wilaya.

Nous avons créé notre base de données dans des tables MySQL et nous avons saisi l'échantillon contenant les cinq (05) communes. Les données ont été extraites à partir les fichiers Excel donnés par la direction des services agricoles. La conception de cette base de données sera expliquée dans le chapitre suivant. Nous avons saisi deux années, car en monde agricole, quelques cultures demandent un repos des terres cultivées. Les données saisies concernent les deux saisons agricoles (2018/2019) - (2019/2020).

9. Conclusion

Le problème de répartition des terres agricoles est considéré comme étant le problème d'agriculture, le plus contraignant dans le système de gestion agricole DSA. Dans ce chapitre, nous avons essayé de proposer notre modélisation de problème des répartitions agricoles selon les contraintes locales, basées sur le principe de la programmation par contraintes avec une description détaillée du processus de modélisation du problème et notre solution proposée.

Le chapitre suivant va exprimer l'efficacité de notre idée avec des résultats très satisfaisants, malgré que nous ayons commencé avec un pourcentage de 10% de plus de production prévue pour la nouvelle année (2020/2021) pour chaque culture intégrée dans notre outil.

Chapitre 3:
Conception et
Implémentation

Chapitre 3

1. Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter l'implémentation de notre application agricole pour faire une répartition des terres agricoles selon les contraintes. Cette application est destinée aux services agricoles de Guelma DSA. En plus, nous allons décrire les outils à utiliser pour le développement de l'application. Nous allons aussi montrer l'implémentation des composants de notre application ainsi que les captures d'écrans de notre application avec des explications des fonctionnalités et les interfaces des résultats et des diagrammes qui vont présenter l'efficacité de notre outil.

2. Motivation du travail

L'Algérie comme tout pays a besoin de trouver des solutions immédiates pour l'autosuffisance alimentaire et diminuer le maximum possible les charges en devise et pourquoi pas d'avoir un secteur exportant la production en plus à l'étranger en lui convertissant d'un secteur consommateur à un secteur producteur qui va remplir la caisse par le devise.

Notre souhait par ce travail est d'aider les services agricoles d'effectuer les meilleures répartitions pour atteindre l'objectif principal de notre projet de fin d'étude qui est une production maximale.

3. Environnements et les outils pour l'implémentation du travail

Il définit un ensemble de logiciels et d'outils utilisés pour réaliser notre application. Dans notre cas nous avons opté pour plusieurs outils, nous les décrivons dans ce qui suit.

3.1. WinDev

WinDev est un atelier de génie logiciel édité par la société française PC SOFT et conçu pour développer des applications, principalement orientées données pour Windows et également pour Linux, .NET et Java. Il propose son propre langage le WLangage. La première version de l'AGL est sortie en 1993 ([Url 11](#)).

3.2. MySQL

MySQL est un serveur de bases de données relationnelles Open Source, un serveur de bases de données stocke les données dans des tables séparées plutôt que de tout rassembler dans une seule table. Cela améliore la rapidité et la souplesse de l'ensemble. Les tables sont reliées par des relations définies, qui rendent possible la combinaison de données entre plusieurs tables durant une requête. Le SQL dans "MySQL" signifie "Structured Query Language" : le langage standard pour les traitements de bases de données ([Url8](#)).

3.3. Xampp

Xampp est un serveur web de développement facile, est un ensemble de logiciels servant à mettre en place aisément un serveur Web, un serveur FTP et un serveur de messagerie électronique. C'est une distribution de logiciels libres (X Apache MySQL Perl PHP) offrant une bonne souplesse d'utilisation, reconnue pour son installation simple et rapide.

Il est distribué avec différentes bibliothèques logicielles qui élargissent la palette des services de façon notable (Url9).

4. Conception

Pour fournir une méthode normalisée pour visualiser la conception de notre application, Nous avons utilisé les outils de modélisation UML. Dans notre cas, nous commençons par le diagramme de classe et après le diagramme de séquence.

4.1. Diagramme de classes

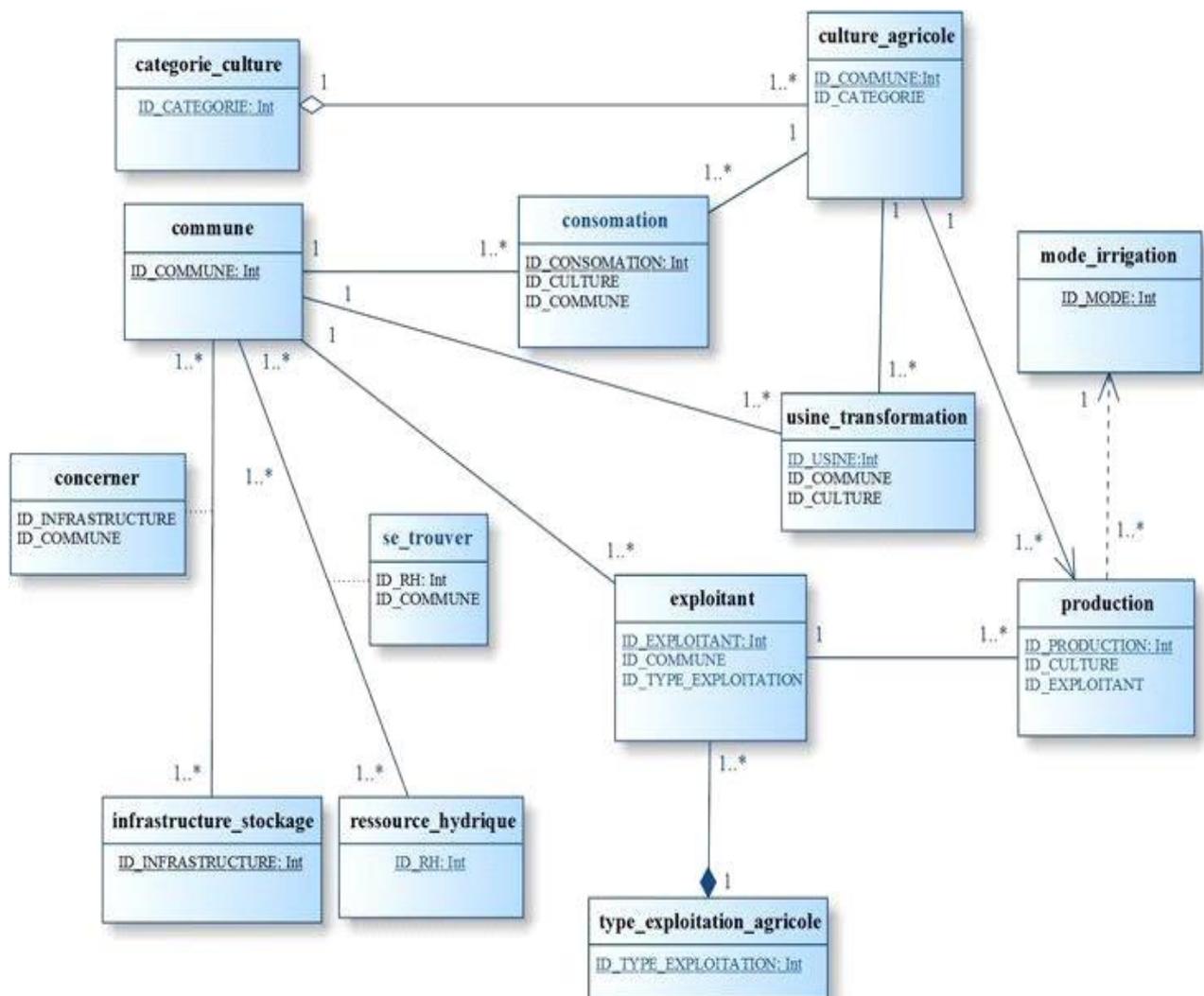


Figure3. 1 : diagramme de classe agriculture (DSA)

Chapitre 3

Nous avons collecté les informations auprès des services agricoles de Guelma (DSA) et ces informations ne sont pas claires. Après avoir compris toutes les données, nous avons les organisés sous forme de diagramme de classes avec les différentes relations entre eux. La figure 3.1 représente le diagramme de classes de notre application.

4.2. Diagramme de séquences

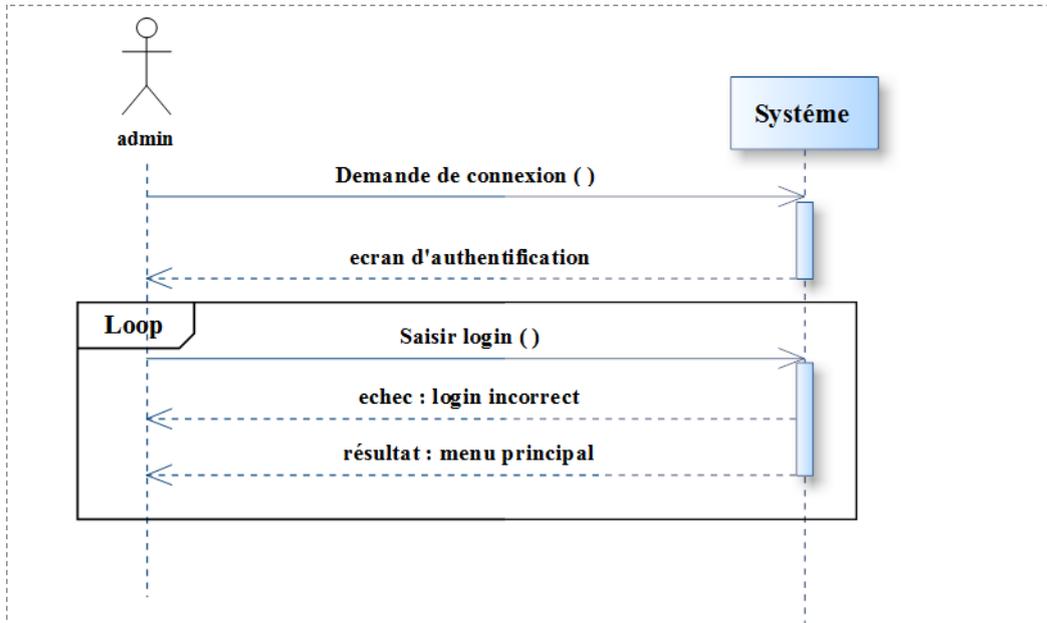


Figure3. 2 : Diagramme de séquences login

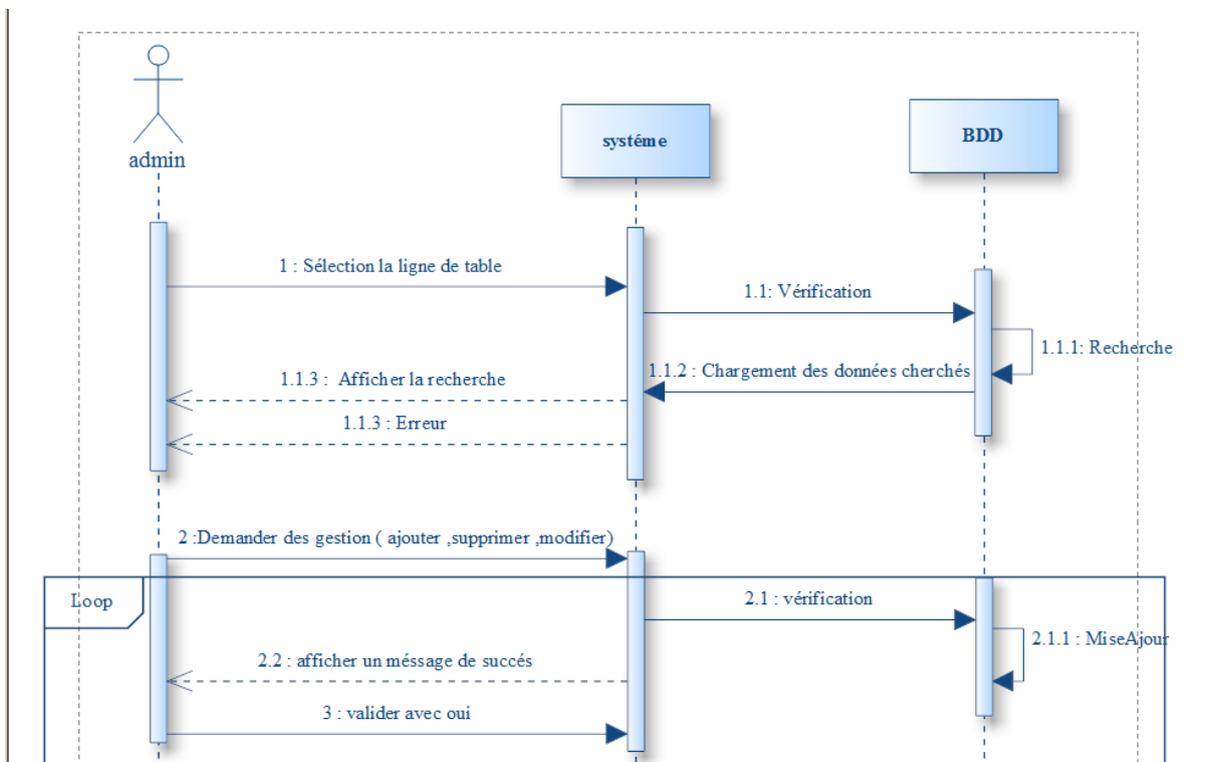


Figure3. 3 : diagramme de séquence des gestions

Chapitre 3

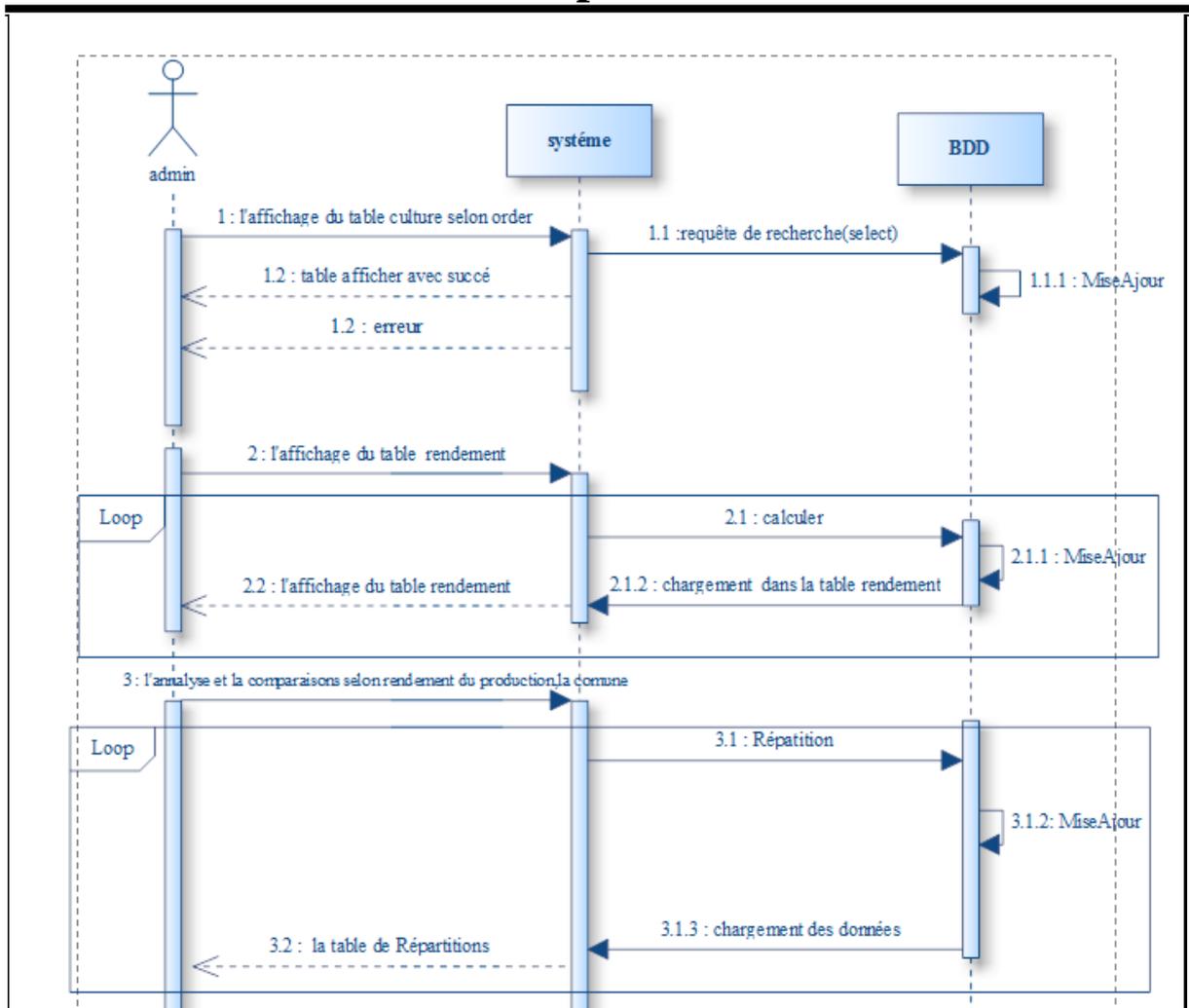


Figure3. 4 : diagramme de séquences des scénarios de répartition

Pour plus de simplification, nous avons représentés trois diagrammes de séquences de notre application pour le but de décrire comment se déroulent les actions entre les acteurs. Les figures 3.2, 3.3 et 3.4 représentent ces diagrammes.

5. Implémentation

Notre application contient une interface pour gérer les besoins de l'administration et une base de données « MYSQL » contenant toutes les tables de notre étude de cas avec les données impliquées dans le processus de répartition.

5.1. Présentation de l'application

En lançant l'application, c'est la première interface qui s'affiche (voir Figure 3.5) qui exige une authentification avec un nom d'utilisateur et un mot de passe.

Chapitre 3

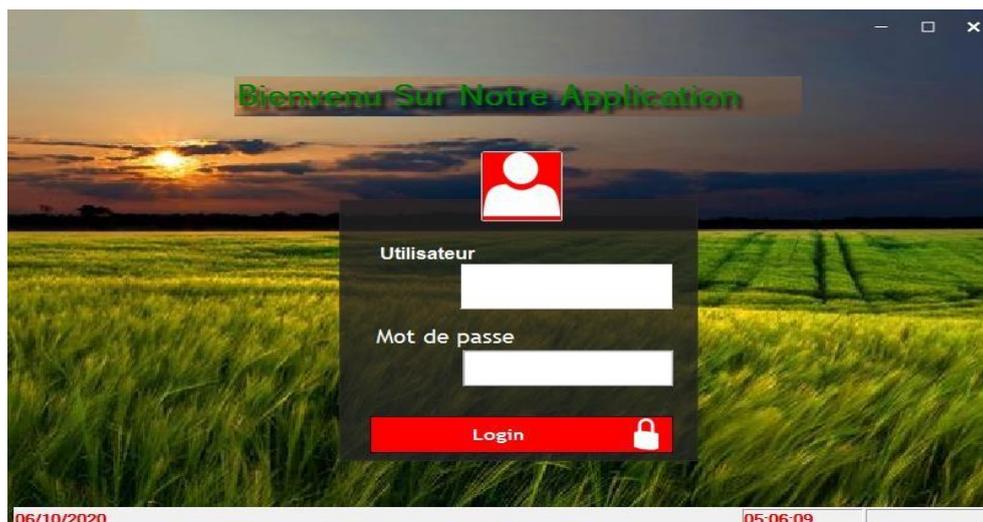


Figure3. 5 : Fenêtre login

La deuxième interface lancée c'est la fenêtre principale (voir Figure 3.6). Elle fournit à l'utilisateur un menu sous forme de boutons pour consulter les différentes données et un menu textuel à gauche pour afficher et insérer les informations de toutes les tables de la base de données. Les boutons de la fenêtre principale présentent les espaces de gestion (commune, exploitation agricole, les récoltes, les cultures agricoles et la répartition agricole).



Figure3. 6 : fenêtre principale de notre application

Chapitre 3

5.1.1. Gestion des communes

La gestion des communes contient toutes les données des deux années précédentes.

Nous trouvons un tableau contenant toutes les communes avec les superficies. Après sélection d'une commune dans ce premier tableau (voir Figure 3.7), un filtre sur la base de données sera mis en action pour afficher toutes les informations de la commune sélectionnée sous forme d'un onglet : les récoltes, les exploitations agricoles, les infrastructures de stockages et les ressources hydriques.

N°	CODE	COMMUNE	S_T	PARCOURS	T_IMPRODUCTIVE
1	2401	Guelma	4 500,00 h	40,00 h	60
3	2403	Bouati Mahmoud	8 870,00 h	430,00 h	4 10
4	2404	Oued Zenati	13 500,00 h	2 959,00 h	60
10	2410	Belkhir	9 400,00 h	700,00 h	2 28
20	2420	El Fedjoui	6 125,00 h	390,00 h	2 08
31	2431	Boumahra Ahmed	9 676,00 h	252,00 h	65
34	2434	Djeballah Khemici	6 662,00 h	890,00 h	2 94

Culture Pratiquées	SAU	Production	Sup_commune	Production_wilaya
Ble dur	990,00 h	26 463,00 qx	46,31 %	8,60 %
Fourrage	215,00 h	12 795,00 qx	10,06 %	5,57 %
Ble tendre	210,00 h	4 880,00 qx	9,82 %	6,05 %
Tomate industrielles	200,00 h	190 000,00 qx	9,36 %	22,39 %
Orge	150,00 h	2 660,00 qx	7,02 %	7,83 %
Olive a huile	78,00 h	1 698,00 qx	3,65 %	68,25 %
Somme	2 137,60 h	284 114,25 qx		

Figure3. 7 : Fenêtre de gestion des communes

5.1.2. Gestion des exploitations agricoles

La gestion des exploitations agricoles comporte tous les exploitants avec leurs cultures pratiquées et les rendements de chacun, ainsi, les superficies déjà exploitées durant les deux années (voir Figure 3.8).

Nous trouvons aussi à droite de la fenêtre un bouton "nouvelle production" pour créer une nouvelle production, il ouvre donc sous forme une nouvelle fenêtre pour introduire les productions agricoles.

Chapitre 3

Gestion des exploitations agricoles

Filter par Commune Exploitation Agricole

N°	NOM_EXPLOITANT	PRENOM_EXPLOITANT	ADRESSE	SAU_EXPLOITER
4	Mekhancha	GIC	bon accueil-guelma	403,00
5	Tabouche	abd elhak	cite de labatoire	205,45
6	Feleouli	FP	route ain laarbi-guelma	356,00
7	Khemassi	Salah	cite guehdoure tahar	50,40
8	Boudjahem	Fares	lotis shli-belkhir	24,00
9	Bazzemial	Bazzemial	rue athmane meddour-gu	71,65
10	Abbas	Abd hamid	cite maghmoli-guelam	61,80
11	Haridi	Sebti	douar ouled harid-guelme	99,00
12	Aradi	Verdi	domaine dababi-guelma	140,00

Information des Exploitants Les Cultures pratiquées

Culture_pratiqué	Image_culture	SAU	Production
Olive a huile		15,00	330,00
Orge		20,00	420,00
Autre cereales		10,00	150,00
Ble dur		14,00	392,00
Piments		4,00	320,00

Figure3. 8 : fenêtre de gestion des exploitations agricoles.

➤ Fenêtre production agricole

Dans la fin de saison agricole l'utilisateur du système peut saisir toutes les productions agricoles réelles par cette fenêtre (voir Figure 3.9).

Fiche production agricole

Nouvelle Production Saison Agricole 2020/2021

Num_Production	1 510	catégorie	Céréaculture	Valider ✓
Commune	Guelma	Culture Agricole	Ble dur	Annuler ✕
Exploitant	Tabouche	Culture Agricole		Réinitialiser ↺

Céréacultures

SUP_MOISSONEE	12,00 h	Irrigation ?	<input checked="" type="checkbox"/> oui	Ajouter ▼
PROD_RECOLTE	360,00 qx	Mode_irrigation	gout a gout	Réinitialiser ↺
		SUP_IRRIGUE	10,00 h	

Figure3. 9 : fenêtre fiche de production agricole

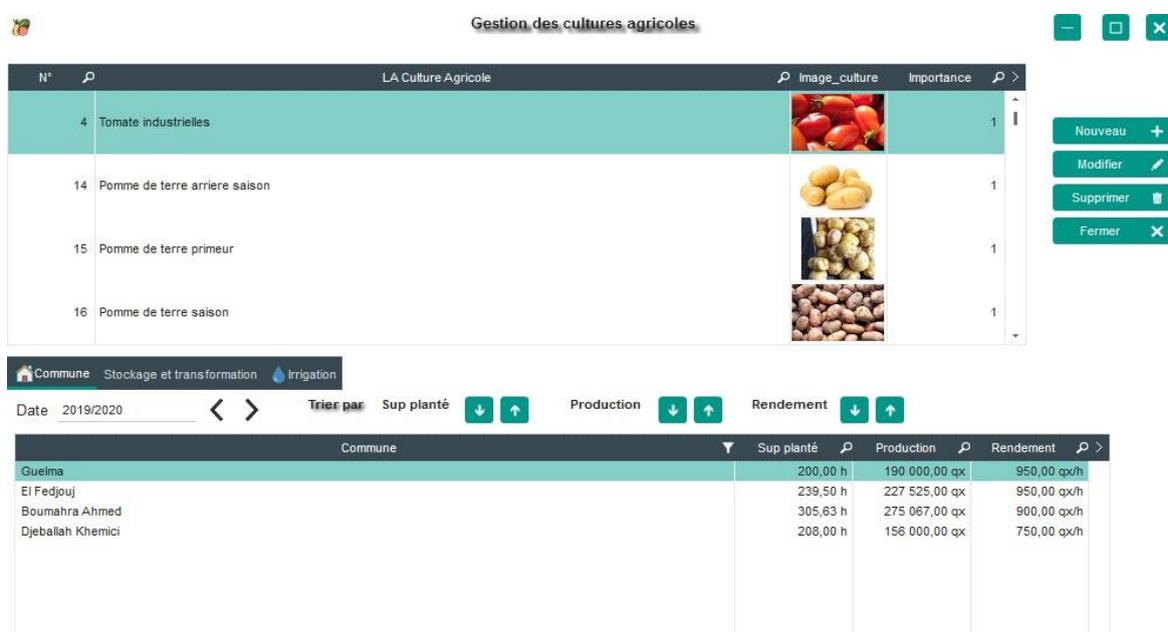
Chapitre 3

Il doit sélectionner la culture, la commune et l'exploitant. Puis, il remplit la superficie et la production récoltée, en plus si cette production a été irriguée, il doit aussi choisir son mode d'irrigation et la superficie irriguée.

Les informations de la production peuvent se changer selon la catégorie de culture choisie.

5.1.3. Gestion des cultures agricoles

La gestion des cultures représente un tableau qui contient toutes les cultures (voir Figure 3.10) avec un onglet qui contient plus d'informations en détails : les productions dans chaque commune, les modes d'irrigation de chaque culture, ainsi les infrastructures de stockage et de transformations avec leurs capacités.



N°	LA Culture Agricole	Image_culture	Importance
4	Tomate industrielles		1
14	Pomme de terre arriere saison		1
15	Pomme de terre primeur		1
16	Pomme de terre saison		1

Commune	Sup planté	Production	Rendement
Guelma	200,00 h	190 000,00 qx	950,00 qx/h
El Fedjouj	239,50 h	227 525,00 qx	950,00 qx/h
Boumahra Ahmed	305,63 h	275 067,00 qx	900,00 qx/h
Djeballah Khemici	208,00 h	156 000,00 qx	750,00 qx/h

Figure3. 10 : Fenêtre de gestion des cultures agricoles

5.1.4. Les récoltes

Cette fenêtre représente toutes les récoltes de toutes les années avec la superficie plantée, les rendements, la production totale ...

Nous avons un filtre qui aide l'utilisateur à consulter l'information demandée (voir Figure 3.11).

5.1.5. La répartition agricole

La fenêtre de répartition c'est la fenêtre qui représente notre approche, elle se compose de trois tables principales, la première table concerne toutes les cultures agricoles, la seconde inclue les rendements et les degrés de chaque commune pour chaque culture, et la troisième comporte les résultats de notre répartition agricole selon les contraintes.

Chapitre 3

Toutes les production

Filtrer Par :

Date 2019/2020

Commune Guelma

Catégorie Céréaculture

Culture Agricole

L'irrigation

Irriguée

Non irriguée

N°	Exploitants	Culture Agricole	Superficie	Production	Rend_Exploitant	Rend_Wilaya	Degree
1 440	BERQUAI	Mais	20,00 h	320,00 qx	16,00 qx/h	16,00 qx/h	
216	Boussaha	Autre cereales	5,00 h	97,50 qx	19,50 qx/h	17,50 qx/h	
217	Douara	Autre cereales	5,00 h	87,50 qx	17,50 qx/h	17,50 qx/h	
218	Fahd	Autre cereales	5,00 h	67,50 qx	13,50 qx/h	17,50 qx/h	
219	Ben hamza	Autre cereales	5,00 h	77,50 qx	15,50 qx/h	17,50 qx/h	
220	Boukardime	Autre cereales	5,00 h	107,50 qx	21,50 qx/h	17,50 qx/h	
169	Mekhancha	Ble dur	100,00 h	2 600,00 qx	26,00 qx/h	31,17 qx/h	
170	Tabouche	Ble dur	80,00 h	2 160,00 qx	27,00 qx/h	31,17 qx/h	
171	Grini	Ble dur	30,00 h	750,00 qx	25,00 qx/h	31,17 qx/h	
172	Ramdani	Ble dur	30,00 h	750,00 qx	25,00 qx/h	31,17 qx/h	

Afficher

Modifier

Nouveau

Supprimer

Figure3. 11 : Fenêtre de toutes les productions agricoles

Un bouton nommé "répartition" contient un algorithme de répartition. Cet algorithme prend la notion de programmation par contrainte.

➤ Table des cultures agricoles

Nous avons regroupé toutes les données des cultures grâce une requête "SQL" et nous les avons ordonnés selon l'ordre d'importance. Nous affichons aussi, les productions prévues et réelles pour chaque culture avec la superficie plantée dans les deux années précédentes pour plus de lisibilité à l'utilisateur.

➤ Table des statistiques agricoles pour chaque culture

Lorsque l'utilisateur sélectionne une ligne de la table cultures agricoles, un filtre sera pris en considération pour afficher les statistiques et toutes les informations de la culture sélectionnée (le rendement, les communes participantes de cette culture, superficie totale, les degrés, la superficie restante).

➤ Table des répartitions agricoles

Cette table a comme rôle l'affichage des résultats des répartitions trouvées pendant l'exécution de notre algorithme lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "répartition".

5.2. Algorithme de répartition (notre solution)

Notre solution a comme objectif l'augmentation de la production réelle des services agricoles Guelma (DSA), l'augmentation de 10 % par rapport aux productions des deux années précédentes, qui représente notre production prévue.

Chapitre 3

L'algorithme est comme suit (voir la figure 3.12) :

Algorithme Répartition ;

Entrée : (variables, domaines, contraintes)

Sortie : (assignation, CSP) // résultats complète, toutes les cultures achevées production prévue + 10%

Début

Boucle sur les cultures

- Chercher les communes candidates ($\text{degré} \geq 1$) ;
- Attribuer les superficies selon le reste ;

Si Reste ne suffit pas Alors

Boucle sur les répartitions précédentes

- Chercher une ou plusieurs communes de récupération ;

Si $\text{Reste} > 0$ et $\text{Rendement} \geq 1$ Alors

- o Permuter les deux communes par les deux cultures
- o Récupérer la superficie de permutation ;
- o Attribuer la superficie à la production de la culture ;

Si Production prévue achevée alors

Sortir ;

FinSi

FinSi ;

FinBoucle

Fin Si ;

FinBoucle ;

Fin.

Figure3. 12 : L'algorithme de répartition

Notre algorithme est une suite de boucles et suites de conditions. En premier lieu, nous devons boucler sur l'ensemble des cultures agricoles ordonnées selon l'importance fixé par DSA. Le choix des communes candidates de chaque culture se base sur le rendement de la commune dans les deux années précédentes. Le degré doit être supérieur ou égal à un pour répartir la culture sur les meilleures terres agricoles. Si les communes ont à superficie demandée, cette culture est achevée et nous passons à la deuxième culture et ainsi de suite jusqu'à la fin de l'algorithme.

Dans le cas où la superficie des communes possédantes les meilleurs rendements ne suffisent pas, nous faisons un retour en arrière (back-Track) et nous cherchons à récupérer la superficie demandée pour la commune concerné (avec un reste 0 ou ne couvre pas la production de cette culture). Cette récupération est un retour en arrière vers les répartitions déjà effectuées.

Chapitre 3

Nous cherchons une autre culture concernée par cette commune, et nous cherchons une autre commune participante dans cette deuxième culture mais à condition qu'elle a une superficie restante qui couvrir la production de récupération et aussi avec un rendement supérieur ou égal à 1 pour toujours produire dans les meilleures terres.

Cette permutation de la commune de démarrage par cette nouvelle commune va assurer la satisfaction de la culture de trouvée (candidate) c'est-à-dire permutation par production et superficie adéquate. Ainsi, elle va assurer la récupération d'une superficie de la commune de démarrage qui va être attribué à la culture de démarrage. Nous devons répéter ce processus jusqu'à la récupération de toute la superficie demandée pour cette commune.

Nous avons obtenu un résultat très satisfaisant en respectant les contraintes. La figure 3.13 montre comment le processus de retour en arrière satisfait la culture en question.

Commune	Culture	SAU	Production_prévue
El Fedjoug	Figuiers châtaine	2,04 €	401,00 €
Boumahra Ahmed	Oignons	226,25 €	121 123,75 €
Guelma	Nefles	5,50 €	1 023,00 €
Djeballah Khemici	Ble tendre	522,19 €	18 666,93 €
Boumahra Ahmed	Ble tendre	280,09 €	9 125,19 €
Guelma	Ble tendre	522,19 €	15 263,16 €
El Fedjoug	Ble tendre	522,19 €	14 984,53 €
Boumahra Ahmed	Ble tendre	242,10 €	7 887,62 €
Guelma	Agrumes	90,43 €	21 627,21 €
Boumahra Ahmed	Agrumes	0,00 €	0,00 €
Boumahra Ahmed	Agrumes	90,43 €	20 171,69 €
Boumahra Ahmed	Pasteques	0,00 €	0,00 €
Boumahra Ahmed	Pasteques	13,39 €	4 015,55 €
Oued Zenati	Concombres	20,53 €	8 085,00 €
Boumahra Ahmed	Feves verts	0,00 €	0,00 €

Figure3. 13 : Processus de retour en arrière pour satisfaire la culture « agrume ».

5.3. Résultats obtenus

Nous avons obtenu un résultat parfait avec une satisfaction de toutes les cultures (voir Figure 3.14). Ce résultat est parfait car nous avons commencé par une production prévue avec une augmentation de 10% par rapport à la production réelle de la DSA.

Un autre point fort, nous avons à la fin du processus des superficies restantes dans quelques communes qui mènent à attribuer de nouvelles terres et offrir l'opportunité d'améliorer encore la production. Pour mieux illustrer les résultats, nous incluons quelques figures pour présenter les résultats de notre approche.

La figure précédente explique comment nous avons satisfait la culture de « blé dur » et les deux communes qui vont planter cette culture car leurs degrés supérieurs à un. En fait, la somme des productions est égale à la production prévue de cette culture dans les deux communes concernées (production réelle +10%) et ainsi de suite pour toutes les cultures.

Chapitre 3

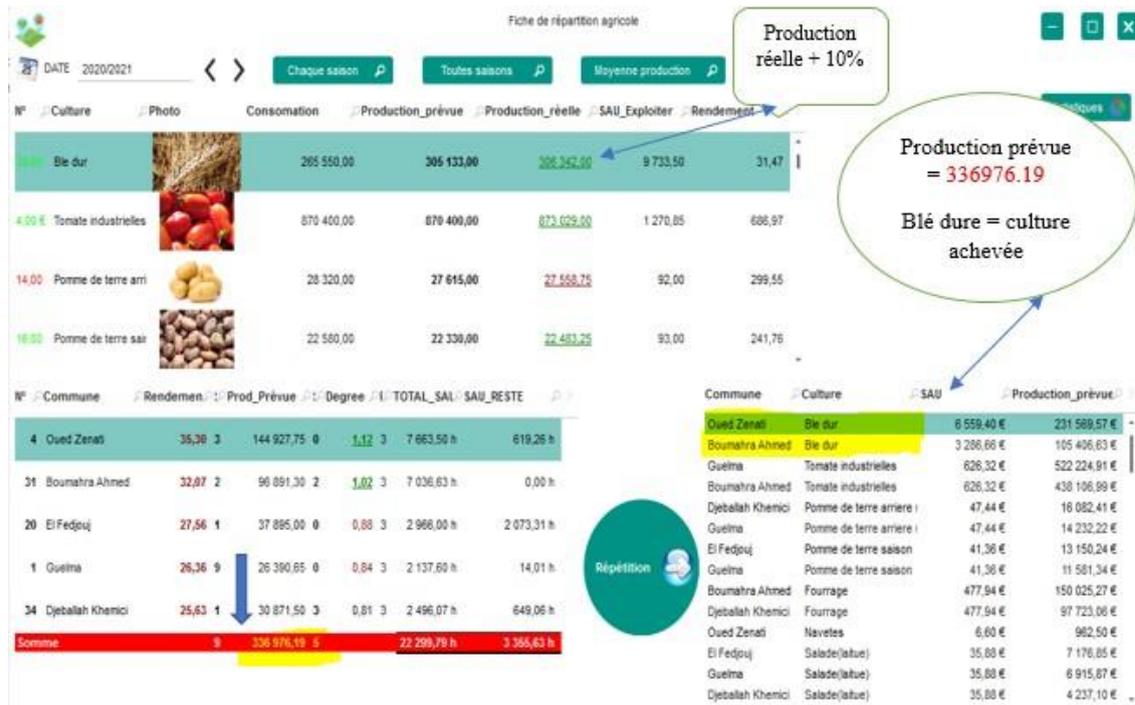


Figure3. 14 : La répartition finale de la culture « Blé dur ».

La figure 3.15 montre un message de vérification de réussite du processus de répartition (nombre des cultures non achevées = 0).

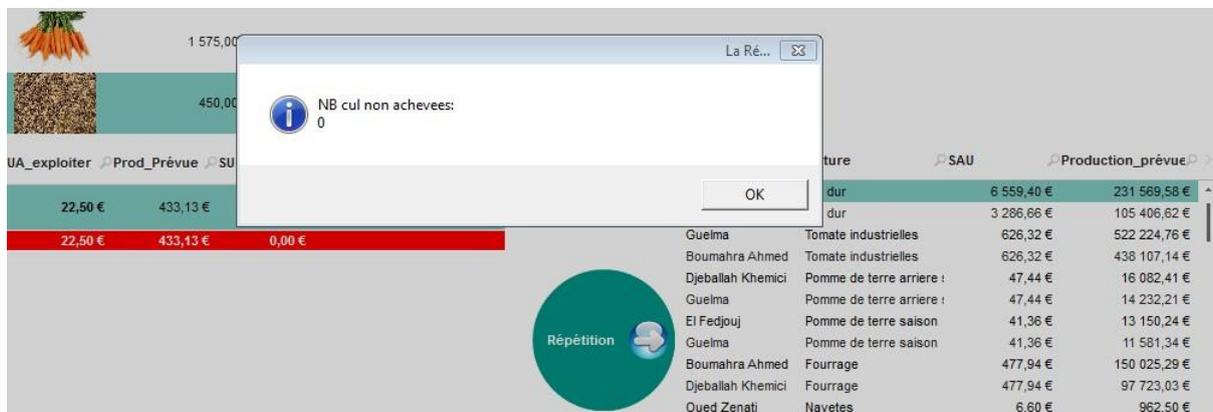


Figure3. 15 : Le nombre des cultures non achevées.

La figure suivante représente les superficies restantes après la répartition finale de toutes les cultures. Donc, grâce à notre algorithme, nous avons récupéré des superficies importantes qui vont augmenter énormément la production que ce soit à travers l'importance des cultures au niveau de DSA, ou bien en se basant sur les meilleurs rendements des communes.

A la fin du processus, une seule commune possède 0 superficie restante qui est « Boumahra ahmed », c'est-à-dire, nous avons attribué toute la superficie (voir Figure 3.16).

Chapitre 3

N°	Commune	Rendemen	Prod_Prévue	Degree	TOTAL_SAU	SAU_RESTE			
31	Boumahra Ahmed	28,15	3	9 551,30	0	1,41	1	7 036,63 h	0,00 h
34	Djeballah Khemici	26,68	6	1 761,10	0	1,34	1	2 496,07 h	649,06 h
1	Guelma	18,77	1	3 201,00	0	0,94	1	2 137,60 h	14,01 h
4	Oued Zenati	16,91	3	7 347,18	0	0,85	1	7 663,50 h	619,26 h
20	El Fedjouj	13,74	2	3 928,65	0	0,69	1	2 966,00 h	2 073,31 h

Figure3. 16 : Les superficies restantes

5.4. Comparaison des résultats obtenus

Dans les figures suivantes nous allons la comparaison entre notre résultat obtenu et l'archive de DSA (voir Figure 3.17 et Figure 3.18).

La couleur jaune c'est notre production et la couleur bleu c'est la production de DSA pour toutes les cultures agricoles.

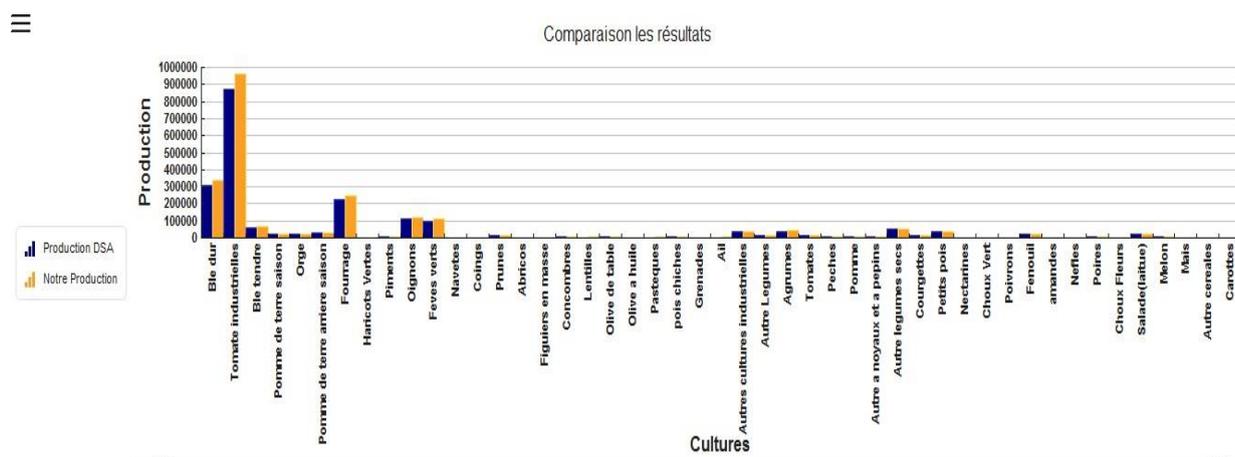


Figure3. 17 : Comparaison de toutes les cultures agricoles

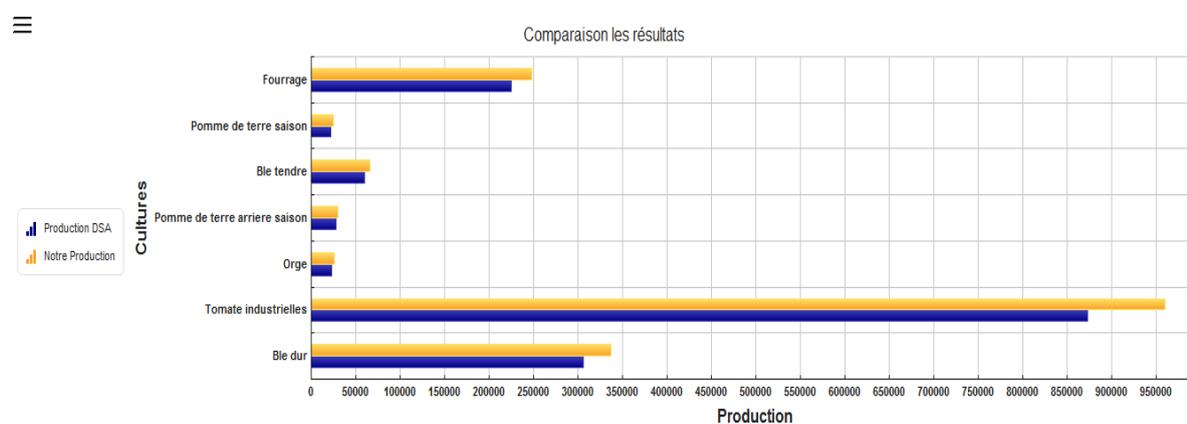


Figure3. 18 : Comparaison des cultures agricoles importantes

Chapitre 3

Dans la figure précédente nous avons comparé les cultures agricoles importantes au niveau de DSA car nous avons fixé un but de 10% d'augmentation de production.

La figure 3.19 contient une comparaison totale entre les catégories cultures globales.

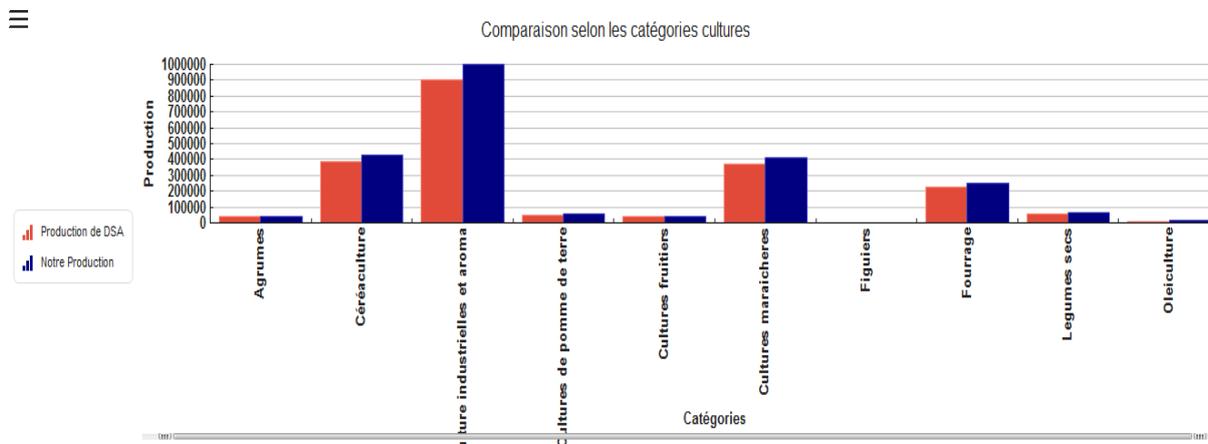


Figure 3. 19 : Comparaison des catégories cultures

5.5. Les statistiques

La fenêtre statistique (voir Figure 3.20) comporte toutes les statistiques agricoles selon les deux années précédentes, lorsque l'utilisateur clique sur le bouton "statistique" dans la fenêtre principale, une nouvelle fenêtre s'affiche qui contient des graphes (secteur, et histogramme) pour faciliter la lisibilité de l'information, et aussi pour comparer avec le résultat obtenu après l'exécution de notre l'algorithme.

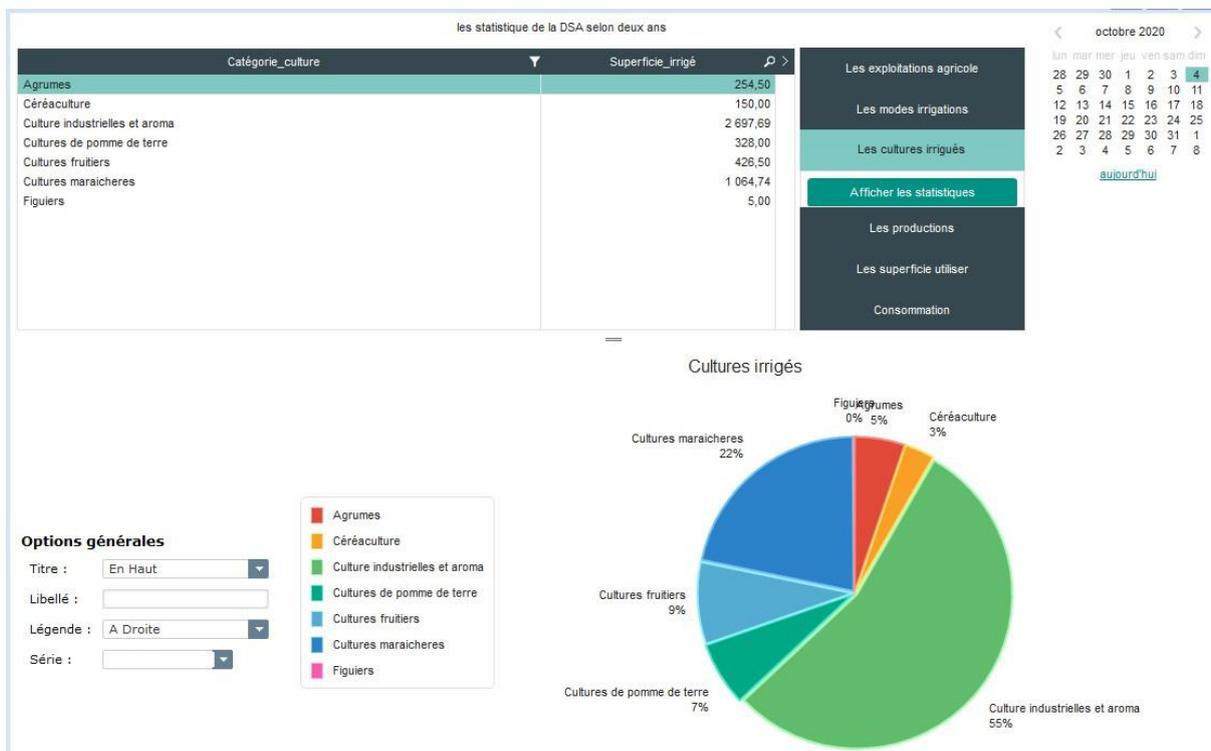


Figure 3. 20 : fenêtre de statistiques de cultures irriguées

Chapitre 3

La figure 3.21 présente les productions des cultures agricoles selon les deux années agricoles (2018/2019), (2019/2020).

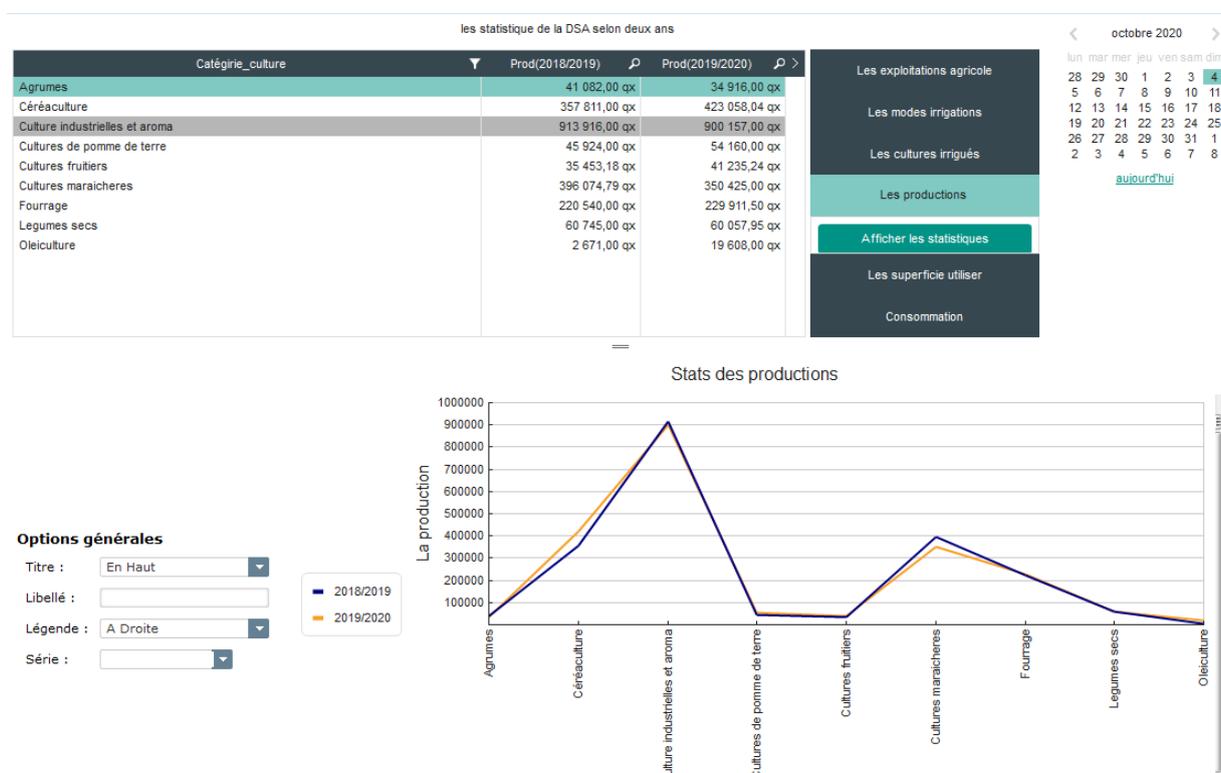


Figure3. 21 : la production agricole en (2018/2019) (2019/2020)

5.6. Exploitez le reste des superficies

Nous pouvons effectuer une autre répartition avec les superficies restantes en se basant sur les deux cas, le premier, selon l'ordre d'importance des cultures au niveau de DSA, et le deuxième cas, selon les meilleurs rendements des communes, et nous montrons les résultats d'augmentation de notre production prévue par rapport aux deux années précédentes de DSA.

1er cas : selon l'ordre d'importance

Nous avons partagé tout le reste de la superficie des communes sur les deux cultures importantes comme suit (Figure 3.22) :

Culture	Production DSA	Notre Production Prévue	Augmentation	Pourcentage à augmenter	Production prévue finale
Ble dur	306342 QX	336976,19 QX	79000,30 QX	23,44%	415976,49 QX
Tomate industrielles	873029 QX	960331,89 QX	399624,69 QX	41,61%	1359956,58 QX

Figure3. 22 : L'augmentation des productions selon importance

L'histogramme suivant (voir Figure 3.23) représente la comparaison entre notre résultat et les répartitions de DSA après la répartition des superficies restantes.

Chapitre 3

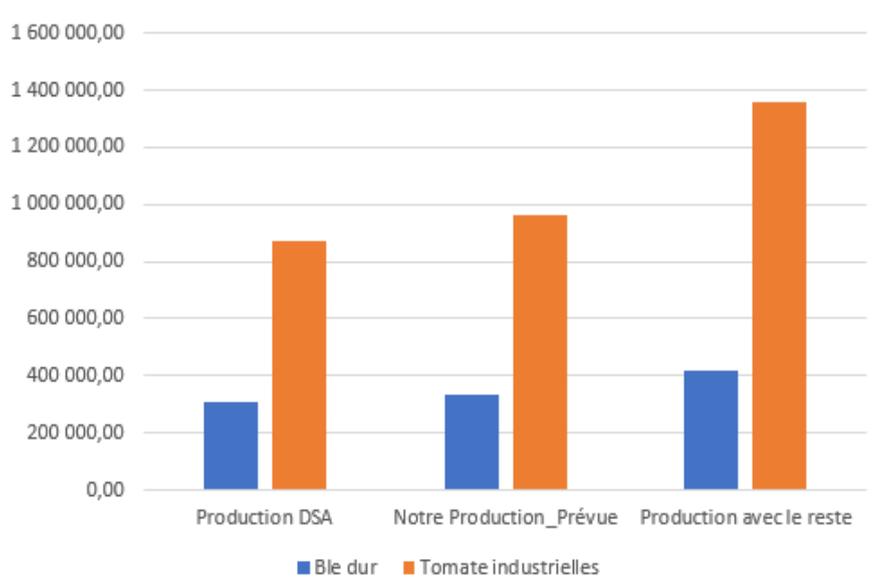


Figure3. 23 : la production avec le reste selon l'importance

2eme cas : répartir selon les meilleurs rendements des communes

Nous avons choisi la répartition selon les rendements et les résultats sont comme suit (Figure 3.24 et Figure 3.25) :

Culture	Communes	Superficie restante	Le rendement	Production DSA	Notre production préve	Production a augmanter	Production prévue finale
Ble dur	Oued zenati	619,26 H	35.30 QX/H	306342,00 QX	336976,20 QX	21859,87 QX	358836,07 QX
Tomate industrielles	Guelma	14,00 H	833,80 QX/H	873029,00 QX	960331,90 QX	11681,53 QX	972013,43 QX
Pomme de terre arriere	Djeballah K	649,05 H	399,00 QX/H	27558,75 QX	30314,63 QX	258974,94 QX	289289,57 QX
Lentille	El Fedjoj	2073,30 H	12,00 QX/H	3722,75 QX	4095,03 QX	24879,87 QX	28974,90 QX

Figure3. 24 : L'augmentation des productions selon les rendements

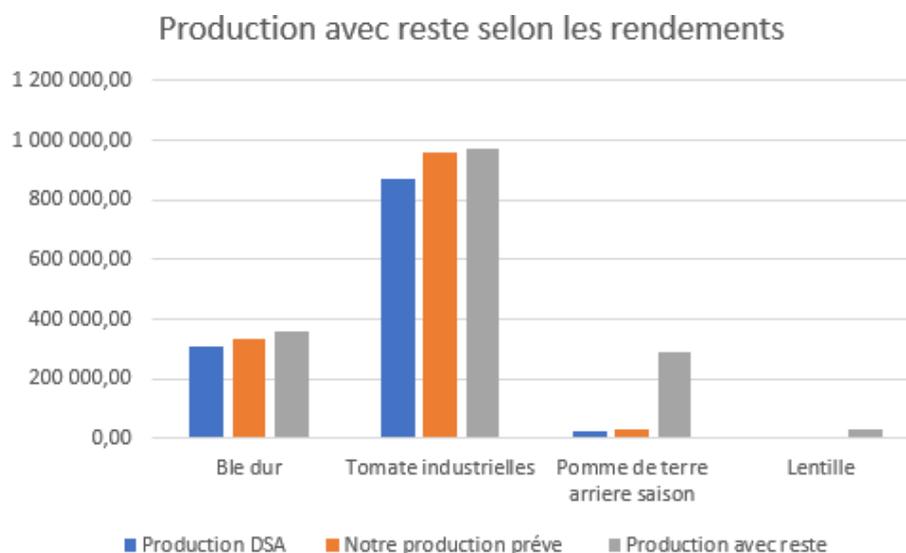


Figure3. 25 : La production avec le reste selon les meilleurs rendements

Chapitre 3

6. Conclusion

L'application que nous avons développée offre aux services agricoles la possibilité d'effectuer une excellente répartition agricole selon leurs contraintes ainsi que pour éliminer les problèmes des données flous et prendre la meilleure manipulation des données.

Afin d'évaluer la progression de l'agriculture de notre point de vue, l'application va permet de développer le secteur et atteindre l'objectif de satisfaire tous les produits alimentaires pour diminuer la facture d'importation.

Enfin, la réalisation de notre application nous a montré que l'intégration du principe de programmation par contrainte permet d'offrir à l'agriculture plus d'efficacité et plus de rendement.

Chapitre 3

Conclusion générale

Le problème de répartition des produits alimentaires sur les terres agricoles selon les contraintes est classé parmi les problèmes combinatoires difficiles au sens fort car une solution à ce type de problème est représentée par un ensemble de propriétés et données réelles. Le but est d'obtenir la meilleure combinaison de ces données. Cette difficulté survient lorsqu'il y a des manques d'informations et les données sont erronées ou inexactes comme notre cas d'étude au niveau des services agricoles.

Dans ce travail, nous avons traité la problématique des services agricoles et nous avons construit une base de données agricole solide avec des différents types de requêtes qui ont été programmées pour illustrer les données, et nous avons préparé aussi une liste de contraintes. Cette préparation est indispensable pour pouvoir appliquer notre algorithme de répartition qui s'appuie sur le principe de la programmation par contraintes car c'est une approche très prometteuse en plus de leur adaptabilité aux différents problèmes combinatoires.

Nous avons trouvé une répartition excellente à la fin du processus de répartition. Malgré que nous avons augmenté la production prévue par 10%, par contre, nous avons trouvé la meilleur attribution des terres agricoles avec encore des superficies restantes.

Cela signifie que les services agricoles possèdent actuellement une mauvaise attribution par rapport le rendement des terres par cultures.

Notre outil va aider énormément les services agricoles pour augmenter la production.

Bibliographie

(A. Malapert 2011)

(A. Malapert, Techniques d'ordonnancement d'atelier et de fournées basées sur la programmation par contraintes, thèse de doctorat, Université de Nantes, 2011.)

(Aznar, 2007)

Aznar, O., Guérin, M., & Perrier-Cornet, P. (2007). Agriculture de services, services environnementaux et politiques publiques : éléments d'analyse économique. *Revue d'économie Régionale Urbaine*, (4), 573-587.

(Christophe Dürr 2015)

(Programmation par contrainte, programmation mathématique, 2015, école polytechnique).

(Drira, 2010)

Drira, K. (2010). Coloration d'arêtes ℓ -distance et clustering : études et algorithmes auto-stabilisant (Doctoral dissertation, Université Claude Bernard- Lyon I).

(Hugo Larochelle et Froduald Kabanza)

(Artificiel intelligence, satisfaction de contrainte, cours, professeurs à l'Université de Sherbrooke).

(Jean-Charles Regin 2004)

(Jean-Charles, Modélisation et Contraintes Globales en Programmation par Contraintes, l'université de Nice)

(Riff-Rojas, 1997)

Riff-Rojas, M. C. (1997). Résolution de problèmes de satisfaction de contraintes avec des algorithmes évolutionnistes (Doctoral dissertation).

(Rojas, 1997)

Rojas, M. C. R. (1997). Résolution de problèmes de satisfaction de contraintes avec des algorithmes évolutionnistes (Doctoral dissertation, École des ponts Paris Tech, Champs-sur-Marne, France).

(Rousseau, 2005)

Rousseau, L. M., & Pesant, G. (2005). Programmation par. Gestion de production et ressources humaines : méthodes de planification dans les systèmes productifs, 223.

Bibliographie

(Vancent Vigneron 2017)

Vancent Vigneron, Programmation par contraintes et découverte de motifs sur données séquentielles Langage de programmation [cs.PL]. Université d'Angers, 2017. Français. ffNNT : 2017ANGE0028ff. fftel-01758047f

Webographies

Chapitre 1

(Url 1)

<https://perso.liris.cnrs.fr/christine.solnon/Site-PPC/session1/e-miage-ppc-sess1.htm> (consulté le 7-7-2020)

(Url2)

https://www.irit.fr/~Philippe.Muller/Cours/M1_CSP/csp_sri1617.pdf (consulté 7-7-2020)

(Url3)

<https://www.eurodecision.com/algorithmes/recherche-operationnelle-optimisation/programmation-contraintes>. (Consulté le 2-8-2020)

(Url4)

<https://perso.liris.cnrs.fr/christine.solnon/Site-PPC/session3/e-miage-ppc-sess3.htm> (consulté le 2-8-2020)

Chapitre 2

(Url5)

<http://www.intelligenceverte.org/Agriculture-g.asp> (consulté le 13-9-2020)

(Url6)

<https://www.inova-var-biomasse.fr/definition/agriculture-definition-simple-pour-comprendre> (consulté le 13-9-2020)

(Url7)

<http://madrp.gov.dz/ministere/structures-administratives/> (consulté le 15-9-2020)

(Url10)

<http://www.syartec.com/actualites/gain-de-temps/017-htm/> (consulté le 15-9-2020)

Webographies

Chapitre 3

(Url8)

<https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-mysql-4640/>

(consulté le 15-9-2020)

(Url9)

<http://www.standard-du-web.com/xampp.php> (consulté le 15-9-2020)

(Url11)

<https://www.jobintree.com/dictionnaire/definition-windev-305.html>

(consulté le 15-9-2020)

(Url12)

<https://2019.devfesttoulouse.fr/>

(Consulté le 10-6-2020)