

# RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Université des Frères Mentouri Constantine I  
Faculté des sciences de la nature et de la vie  
Département : Biologie Appliquée

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1  
لكلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم البيولوجيا التطبيقية

**Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

N° d'ordre :  
N° de série :

**Spécialité : Bioinformatique**

Intitulé :

**Mise au point d'une base de données pour l'étude du stress  
hydrique chez le blé**

**Présenté Par : LAOUAR Nadir**

**Le 20/06/2022**

***MECHIRAH Dounia Ahlem***

Jury devaluation:

**Encadreur : TEMAGOULT Mahmoud (MAA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).**  
**Examineur 1: KELLOU Kamel (MAA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).**  
**Examineur2: DAAS Mohamed Skandar (MCA- Université Frères Mentouri, Constantine1).**

**Année universitaire**

**2021-2022**

## **Remerciements**

*Avant tout, nous remercions ALLAH : le tout Miséricordieux, l'unique, le puissant, Maître des cieux et de la terre pour nous avoir guidé, protégé,*

*aidé et nous a permis de mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à exprimer particulièrement nos sincères remerciements à Mr **TEMAGOULT Mahmoud** d'avoir accepté de nous encadrer, et pour ses conseils et ses orientations, ainsi que son soutien moral et scientifique.*

*Nous devons remercier particulièrement :*

*Mr : **KELLOU Kamel** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury, et aussi de ses conseils et soutien moral et scientifique pendant les 3 ans.*

*Sans oublier Mr : **DAAS Mohamed Skandar** pour ses efforts pendant tous le parcours et pour accepter d'évaluer notre travail.*

*Enfin, nous remercions nos chères collègues de la promotion nos famille, et tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicace*

*À ma très chère mère quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés atoujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*À mon très cher père tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.  
À mes très chers frères Oubaid et Ramy qui passera son BAC inchallah il l'aura, mon petit frère Wail, ma petite princesse Malek que dieu la protège Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout.*

*À mes Tontes Farida, Fadila, Halima et Ouliya, Djamila, Menouba, Zaineb, Souad*

*À mes Petits Cousins Alaa, Aness, Aya et Amani*

*À mon cousin Zinou que je l'aime beaucoup et que dieu le préserve, et à mes très chères amis Adel, Yacine, Malik, Adel, Raouf, Badr Eddine, Mossaab et Samy*

**Nadir**

# *Dédicace*

*A feu mon grand-père maternelle, pour tous ce que tu as pu m'apprendre, tu étais mon modèle, mon héros et tu le resteras pour toujours.*

*A mon cher père Salim, mon précieux pour son amour et son soutien.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais épargné aucun effort pour me rendre heureuse ma douce mère Amel.*

*A ma chère grand-mère pour ces tous ces sacrifices.*

*A mes sœurs Rayene et Hiba et mes frères Ramzy et Souleymane qui m'ont toujours soutenue et encouragée pour aller vers l'avant durant toutes ces années.*

*A ma chère cousine Ghizlaine symbole de la gentillesse et la loyauté.*

*A mes très chères et adorable tantes Hadjira et Saliha pour leur soutien, que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A mes oncles, mes grands-parents, paternelle pour leur amour et pour la confiance qui m'est accordée.*

*A mon cher oncle Raouf.*

***Dounia***

## Résumé

Le blé joue un rôle important dans les systèmes agricoles du monde entier. Les contraintes environnementales et principalement le stress hydrique sont considérés comme les principaux facteurs pénalisant sa production et son rendement. Le but du présent travail est d'établir une base de données en ligne accessible aux chercheurs travaillant sur la sélection et la création variétale. La base de données mise au point 'Drought genes' est une ressource bibliographique qui contient des informations moléculaires sur les principaux gènes impliqués dans la tolérance au manque d'eau chez le blé. Les données contenues dans cette base peuvent être utilisées dans les programmes d'amélioration génétique de la tolérance au stress hydrique chez le blé.

### Mots clés :

- Blé Stress hydrique Gènes Base de données

## **Abstract**

Wheat plays an important role in agricultural systems around the world. Environmental constraints and mainly water stress are considered to be the main factors penalizing its production and yield. The purpose of this work is to establish an online database accessible to researchers working on breeding and varietal creation. The developed 'Drought genes' database is a bibliographic resource that contains molecular information on the main genes involved in water stress tolerance in wheat. The data contained therein can be used in breeding programs for water stress tolerance in wheat.

### **Key words:**

- Wheat. Water stress. Genes. Database.

ملخص:

يلعب القمح دورًا مهمًا في النظم الزراعية حول العالم. تعتبر المعوقات البيئية والإجهاد المائي بشكل أساسي من العوامل الرئيسية التي تؤثر على إنتاجها وإنتاجيتها الغرض من هذا العمل هو إنشاء قاعدة بيانات على الانترنت يمكن الوصول إليها للباحثين العاملين في مجال التربية وخلق الأصناف. قاعدة بيانات "جينات الجفاف" المطورة هي مورد بيليوغرافي يحتوي على معلومات جزيئية عن الجينات الرئيسية المشاركة في تحمل الإجهاد المائي في القمح.

يمكن استخدام البيانات الواردة في برنامج التربية لتحمل الإجهاد المائي في القمح.

**الكلمات المفتاحية:**

- القمح. الإجهاد المائي. الجينات. قاعدة بيانات.

Table des matières

Introduction .....	1
<i>Chapitre I : Revue bibliographique</i> .....	3
I. Généralités sur le blé .....	4
Description .....	4
Origine et historique .....	5
Origine génétique .....	6
Botanique.....	7
I.3.1. Classification .....	7
Biologie .....	8
Le cycle de développement du blé .....	8
Les étapes de la vie culturale du blé .....	8
Les caractères morphologiques du blé .....	9
II. Production et importance du blé .....	12
Production et consommation du blé el Algérie .....	12
L'importation du blé en Algérie.....	13
III. Effet du stress abiotique sur le développement des plantes.....	14
III. 1. Notion de stress.....	14
III. 2. Le stress abiotique.....	15
III. 2.1. L'éclairement .....	15
III.2.2. la température.....	16
Le stress hydrique.....	16



Le stress salin .....	17
La plante et le stress.....	18
IV. l'utilisation de la bioinformatique .....	19
Généralité sur la bioinformatique .....	19
Les bases et les banques de donnes .....	20
Exemples de banques de données.....	21
<i>Chapitre II : Matériel Et Méthodes</i> .....	24
I. Matériel .....	25
II. Méthode .....	25
Collecte des données .....	25
Création de la basse de données en PhpMyAdmin .....	27
II.3 Création de l'application web .....	28
<i>Chapitre III : Résultat et discussion</i> .....	31
Résultat .....	32
Discussion.....	34
<i>Conclusion</i> .....	35
<i>Références Bibliographiques</i> .....	37

# LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : blé tendre hiver AO FOLKLORE (pixeles.com) .....	5
<b>Figure 2</b> : Le cycle de vie du blé (agri éthique) .....	9
<b>Figure 3</b> : Grains de blé (pixeles.com) .....	10
<b>Figure 4</b> : Coupe longitudinale présentant les constituants du grain de blé dur (Paul, 2007) .....	1
<b>Figure 5</b> : Production des céréales en Algérie2017 (LA PRODUCTION AGRICOLE Campagnes 2017/2018) .....	
	13
<b>Figure 6</b> : Effets du stress hydrique sur les plantes (Unknown) .....	17
<b>Figure 7</b> : Effet du stress salin sur les plantes (Horie et al, 2012) .....	18
<b>Figure 8</b> : Schématisation de l'approche in silico de la biologie (Bonsai, 2014) .....	20
<b>Figure 9</b> : Schéma relative des Bank des données .....	22
<b>Figure 10</b> : Capture d'écran de la BD utilisé pour extraire les gènes de stress abiotique .....	25
<b>Figure 11</b> : Capture d'écran de la BD utilisé pour extraire les séquences des gènes .....	26
<b>Figure 12</b> : Capture d'écran de site utilisé pour obtenir les primers .....	27
<b>Figure 13</b> : Capture d'écran de la BDD qu'on a créé .....	28
<b>Figure 14</b> : Capture d'écran de l'environnement de développement du site créé .....	29
<b>Figure 15</b> : Capture d'écran de la page qui lie la BDD et le site .....	30
<b>Figure 16</b> : Capture d'écran de l'interface du site .....	32
<b>Figure 17</b> : Capture d'écran de l'interface après une recherche faite .....	33
<b>Figure 18</b> : Capture d'écran de l'interface du contact .....	33
<b>Figure 19</b> : Capture d'écran de l'interface qui contienne la description du site .....	34

# Liste des tableaux

**Tableau 1** : Classification botanique du blé tendre (Doumandji et al, 2003)

7

## **LISTE DES ABREVAITIONS**

**BDD** : Base de données

**BD** : Banque de données

**FAO** : The Food and Agriculture Organization (L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture)

**OAIC** : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales

**T .aestivum**: Triticum aestivum **HTML**: Hyper Text Markup Language. **CSS**: Cascading Style Sheets.

**NCBI**: National Center for Biotechnology Information.

**CDS** : séquence ADN codant

**°C** : Degrés Celsius

# **Introduction**

## Introduction

Les céréales jouent un rôle important dans les systèmes agricoles du monde entier. Les céréales sont considérées comme une source majeure de nutrition pour les humains et les animaux. Parmi ces céréales le blé, c'est une céréale importante qui constitue la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, donc on trouve que le blé est la source de nourriture numéro 1 de l'homme et occupe la deuxième place de la production mondiale après le maïs (**Statista, 2022**).

Avec une consommation estimée à plus de 10,5 Million de tonne, l'Algérie est parmi les premières places mondiale en termes de consommation de blé par habitant (plus de 230 KG / tête d'habitant) et avec une production locale oscillante entre 3.5 Million de tonne selon la **FAO** en 2021.

De ce fait, et afin de subvenir aux besoins de la population, l'Algérie a recours massivement aux importations, en grande majorité en blé tendre panifiable par le biais de l'Office Algérien Interprofessionnel des céréales (**OAIC**), à hauteur de 6 Million de tonne environ.

Afin d'atteindre des objectifs de production (quantité et qualité), l'agriculteur doit définir une stratégie de conduite de culture. Cette stratégie comprend le choix de la variété, la conduite de la fertilisation, la conduite de l'irrigation mais aussi les choix de la protection sanitaire.

On estime alors que 50% des pertes de rendements sont liées aux stress abiotiques, la sécheresse, les variations climatiques, les carences en minéraux, la salinité excessive et le stress hydrique sont des facteurs environnementaux qui peuvent conduire à ces pertes.

Pour aider à préserver la bonne discipline de choisir (quantité et de qualité) des plusieurs études bioinformatique ont été réalisées avec des outils très spécifiques.

L'informatique est devenue un apport fondamental à la biologie moléculaire. Les moyens informatiques sont naturellement utilisés pour le stockage ou la gestion des données mais également pour l'interprétation de ces données. Le traitement informatique des séquences peut par exemple déterminer la fonction biologique d'un gène (**D.Imbs et al, unknown**).

Cet apport informatique concerne principalement quatre aspects :

Le premier est l'organisation des données avec essentiellement la création de bases de données afin de réunir le plus d'informations possible sur les séquences.

Le deuxième aspect concerne les traitements que l'on peut effectuer sur les séquences

afin de repérer un élément biologique intéressant. Ces programmes représentent les traitements couramment utilisés dans l'analyse des séquences comme la recherche des similitudes d'une séquence avec l'ensemble d'une base de données.

Le troisième aspect est celui qui permet d'élaborer des stratégies pour apporter des connaissances biologiques supplémentaires que l'on pourra ensuite intégrer dans des traitements standards. Par exemple la mise au point de nouvelles matrices de substitution des acides aminés, etc...

Enfin, le quatrième aspect est celui de l'évaluation des différentes approches citées précédemment dans le but de les valider.

Notre travail s'inscrit dans ce contexte qui a pour objectif de créer une base de données spécifique aux gènes liés au stress hydrique.

Ce mémoire est présenté en trois chapitres :

Le chapitre I : Est une revue bibliographique sur le blé tendre, la production et la consommation du blé en Algérie et l'effet de stress abiotique sur la plante.

Le chapitre II : décrit le matériel et les méthodes ayant été utilisés dans ce mémoire présenté les bases de données, la banque de données et les logiciels.

Le chapitre III : A pour objectif de présenter les résultats obtenus dans ce travail et leurs interprétations, et conclusion.



Chapitre I :

revue

bibliographique

## I. Généralités sur le blé

### Description

Il y'a lieu décrire quelques généralités sur le blé qui est une plante herbacée annuelle, cespiteuse de taille moyenne formant au niveau du sol un plateau de tallage, dont les bourgeons axillaires se transforment en tiges feuillées, celles-ci, appelées chaumes, elles sont dressées et longues de 60 à 100 cm, elles comptent en général cinq à sept nœuds ainsi que trois ou quatre feuilles véritables, la feuille la plus haute, ou feuille-drapeau sous-tend l'inflorescence, les entrenœuds sont creux, Les feuilles sont composées d'une gaine glabre ou pubère en surface, munie d'auricules fausse forme, d'une ligule membraneuse de 1 mm de long et d'un limbe plat, pubescent en surface de 10 à 60 cm de long sur 10 à 15 mm de large.

L'inflorescence est formée d'un racème, ou « épi », simple, linéaire ou long, bilatéral de 5 à 18 cm de long, les épillets fertiles, ovales, comprimés latéralement de 10 à 15 mm de long sur 9 à 18 mm de large, comprennent de 2 à 4 fleurons fertiles, avec des fleurons réduits au sommet, ils sont résistants sur la plante.

Les épillets sont sous-tendus par une paire de glumes similaires, ovales, coriaces, de 6 à 11 mm de long, plus courtes que l'épillet. La glume supérieure est aussi longue que le lemme fertile limitrophe. Les deux glumes présentent deux carènes et 5 à 9 nervures, divergentes vers l'apex chez la glume supérieure, elles sont lisses, pubérulentes ou poilues en surface. Leur extrémité est mutique ou aristée, dans ce cas l'arête peut atteindre 40 mm de long.

Les fleurons fertiles sont sous-tendus par deux glumelles (lemme et paléole). Le lemme ovale, cartacée, de 12 à 15 mm de long, présente 5 à 9 nervures. L'apex du lemme est perçant, mutique ou aristé, l'arête pouvant atteindre 150 mm de long. La paléole présente deux nervures et des carènes ailées, les fleurons apicaux stériles ressemblent aux fleurons fertiles mais sont moins développés, ces derniers comptent trois anthères et un ovaire, pubescent à l'apex avec un appendice plantureux sous le point d'insertion du style



**Figure 1** : blé tendre hiver **AO FOLKLORE**

### **Origine et historique**

Le blé étant l'aliment de base de millions de personnes, il figure avec le maïs et l'orge, parmi les trois principales céréales produites à l'échelle internationale.

Il faut noter, on revanche que la production du riz en Asie occidentale et orientale est restreinte malgré le fait qu'il soit classé comme étant la seconde production au monde.

Il y a 10.000 ans environ, l'homme cultivait les premières céréales qu'il a repérées, issues de croisements spontanés entre graminées sauvages. **(Biodiversité, Semencemag.fr.**

Parmi celles si on retrouve : l'engrain et l'amidonnier. En sélectionnant les plantes ressemées, au fur et à mesure, il les domestiquait et fixait génétiquement un certain nombre de caractères, ainsi on va observer un nouveau croisement spontané entre l'amidonnier et une graminée sauvage créant l'*Aegilops squarrosa*, Cette dernière possède 7 paires de chromosomes, et son génome va s'ajouter sans fusionner avec celui de l'amidonnier.

Une nouvelle espèce voit le jour : le *Triticum aestivum* qui par évolution donnera les blés tendres dont les premiers sont appelés épeautres. Parallèlement, le blé amidonnier donnera le blé dur.

Le blé tendre (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*) est l'espèce la plus importante de blé cultivé révolutionnera le monde par la suite. Il est plus cultivé dans les hautes latitudes (par exemple en France, au Canada, en Ukraine). Il est employé pour produire la

farine panifiable utilisée pour la fabrication du pain. Il sert aussi à la fabrication des bières blanches. Il est également présent en Afrique du Nord depuis longtemps, mais sa culture spéciale dans les régions telliennes est plus récente elle date de la période coloniale, il existait autrefois surtout

à l'état d'impuretés dans les champs de blé dur. D'ailleurs les noms indigènes dans ces régions sont beaucoup moins nombreux que pour le blé dur. Par contre, dans les oasis sahariennes, le blé tendre est probablement très ancien. Il représente actuellement, après une longue évolution sur place, grâce à l'isolement des oasis, un stade de l'évolution des blés hexaploïdes à partir peut-être des premiers blés cultivés par les Néolithiques sahariens. Car les blés tendres cultivés au Sahara, à l'état de mélanges (populations), présentent des caractères spéciaux (type *inflatum*) mais comportent des formes speltoïdes (c'est-à-dire très voisines des Épeautres à grain nu considérés parfois comme étant les premiers blés tendre cultivés par l'homme), des formes compactoïdes (blés compacts rappelant ce que Schliemann appelle *Triticum aestivo-compactum* Schiem.), des formes sur lesquelles l'aspect sépaloïde ou compactoïde s'est atténué ou a disparu (bien que les blés sahariens restent en général de compacité assez forte). La persistance de ces formes très diverses, marquant des stades dans l'évolution des blés hexaploïdes, a frappé les jardiniers sahariens qui savent les distinguer, d'où la richesse de la nomenclature utilisée sur place.

### Origine génétique

Les ancêtres du blé sont des graminées sauvages. Elles ressemblent peu au blé actuel : leurs épis sont petits, les grains sont peu nombreux et réduits, les tiges sont longues et souples, les graines se dispersent au contact du vent au contraire leurs glumes étant coriaces et très adhérentes, sa confère l'enveloppe un caractère très attachée au grain, ce qui rend difficile son utilisation. « Faire une baguette de 250g avec ce type de graminée prendra un certain temps ! », comme le dit **Xavier Martin**, le délégué régional de l'interprofession des semences et plants. A l'origine du blé, trois génomes de variétés sauvages vont spontanément s'ajouter. « Dans un croisement, nous observons souvent une « fusion » des génomes, c'est-à-dire que la plante fille possède le même nombre de chromosomes que ses deux parents. Pour le blé, le cas est un peu particulier : il y a addition des génomes. Les trois génomes coexistent dans la même cellule et s'expriment », poursuit-il. Cette particularité confère au blé une large diversité (résistance à la sécheresse, au froid, qualités boulangères ou fourragères, pailles courtes ou longues...) ce qui le rend adaptable à de nombreux terroirs et utilisations, -en puisant dans ses ressources génétiques très riches.

Le seigle a été domestiqué par les canicules dans des hybrides avec des mauvaises herbes triples, épeautre sauvage *Triticum spelta* L *Triticum boeoticum* et *Aegilops longissima* Il a gagné l'Europe de l'Ouest depuis 5000 l'axe principal reliant une partie de la Méditerranée, avant notre ère seul a appris la fabrication du pain de seigle dans le sud pour la France Cash -panification

couplée sans blé dans la région danubienne de l'autre côté (emmer et engrain) L'âge de 4000 ans trouve également dans le département parisien pourquoi les vagues de chaleur ont d'abord généralement pré-goûté le seigle dur 3 Grains en Bretagne et en Normandie ont fait évoluer les chiffres de l'incontinence (**Caudron 1979** ; Liu et al 1996 **Modern Nadjem 2012**) **Sakamura (1918)** **Cauderon (1918)** - (1979) Nombres exacts prédéterminés de divers nombres de chromosomes incontinents chez le blé à différents niveaux de ploïdie *Triticum aestivum* 42 chromosomes hexaploïdes *Triticum turgidum* 28 chromosomes tétraploïdes ( $2n = 4x = 28$ ) Génome AABB *Triticum monococcum* 14 chromosomes diploïdes chromosome somatique.

### Botanique

Le blé tendre ou froment (*Triticum aestivum*) est une espèce de plantes monocotylédones de la famille des Poaceae (graminées), sous-famille des Pooideae.

Domestiquée au Proche-Orient, il y a environ 6 000 ans, cette plante cultivée (ou cultigène), est actuellement l'espèce de blé la plus cultivée dans le monde (~95%) 2,3, notamment en France, tant en termes de surface que de tonnage.

#### I.3.1. Classification

La classification botanique du blé tendre est mentionnée dans le tableau I (**Doumandji et al, 2003**).

**Tableau 1** : Classification botanique du blé tendre (**Doumandji et Al 2003**).

<b>Règne:</b>	Plantae (Règne végétale)
<b>Division:</b>	Magnoliophyta (Angiospermes)
<b>Classe:</b>	Liliopsida (Monocotylédons)
<b>S/Classe:</b>	Commelinidae
<b>Ordre:</b>	Poales
<b>Famille:</b>	Poaceae (ex Graminées)
<b>S/Famille:</b>	Triticeae
<b>Tribu:</b>	Triticeae (Triticées)
<b>S/Tribu:</b>	Triticinae
<b>Genre:</b>	<i>Triticum</i>
<b>Espèce:</b>	<i>Triticum aestivum</i> L. ou <i>Triticum vulgare</i>

## Biologie

Qu'elle soit champêtre ou annuelle toutes les graminées ont un rythme à végétation et à fructification annuel de progression de ses différents stades de croissance la distribution du blé dans le monde est soumise à des exigences variables pour obtenir des boissons et aussi des matières minérales (**Gâte et al 1997 ultramoderne Nadjem2012**).

### Le cycle de développement du blé

Comme toutes les céréales à paille, le blé possède un cycle biologique annuel, réparti classiquement en 2 périodes principales successives (végétative et reproductrice), subdivisées elles-mêmes en phases délimitées par des stades (**Soltner, 1999**). Ces derniers sont définis par des changements morphologiques visibles et des variations internes de la plante.

Comme toutes les céréales à paille, le blé possède un cycle biologique annuel, réparti classiquement en 2 périodes principales successives (végétative et reproductrice), subdivisées elles-mêmes en phases délimitées par des stades (**Soltner, 1999**). Ces derniers sont définis par des changements morphologiques visibles et des variations internes de la plante.

### Les stades de la vie culturale du blé

Il y'a 7 étapes (figure2)

- Le semis : début octobre, les grains de blé sont semés.
- La germination : le germe contenu dans la graine se développe au contact de l'humidité de la terre.
- La levée : peu de temps après, la plantule (une petite pousse) apparaît.
- Le tallage : à la fin de l'hiver, la plante se ramifie pour former une touffe.
- La montaison : fin avril, la plante commence à grandir.
- L'épiaison : fin avril/ début mai, l'épi de blé apparaît.
- La moisson les grains de l'épi : grossissent et mûrissent en juin, c'est alors le début de la moisson

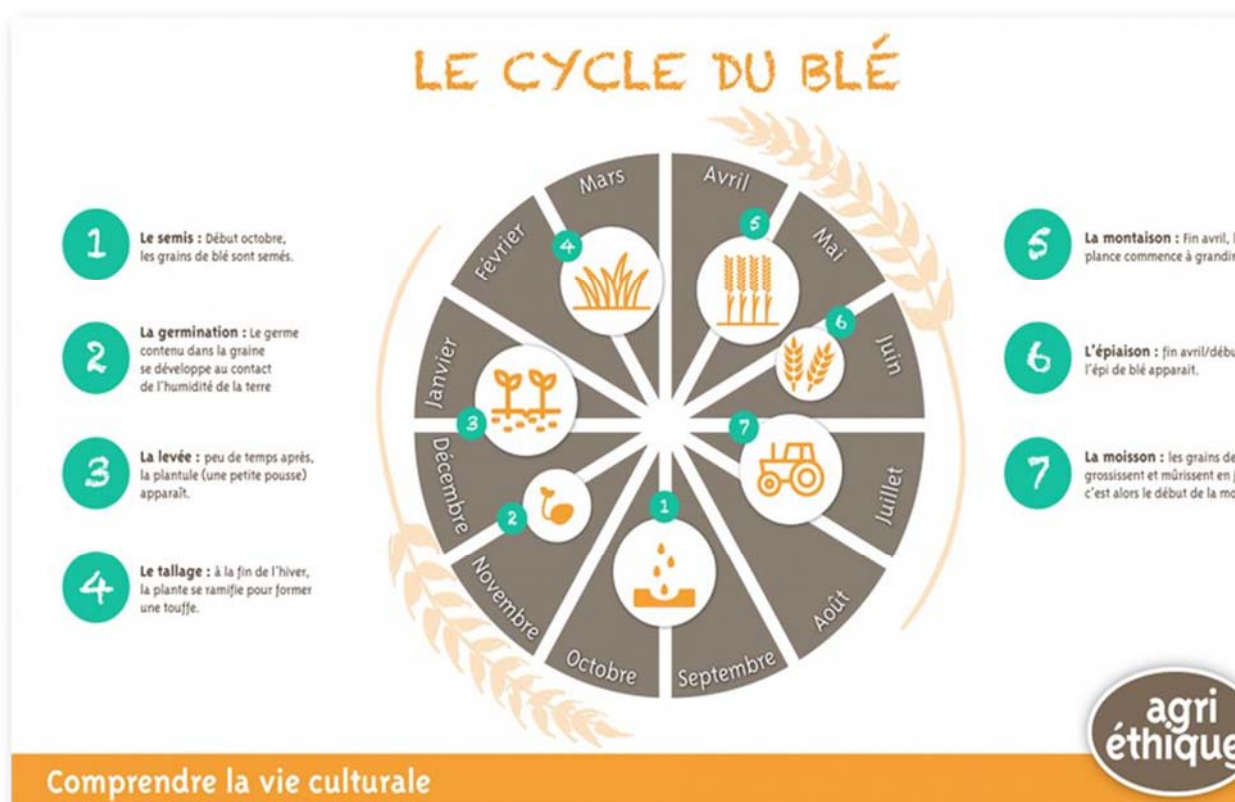


Figure 2 : Le cycle de vie du blé (agri éthique).

### Les caractères morphologiques du blé :

Physiologiquement, le grain des poacées est un caryopse blanc ou roux, ovoïde, pesant de 35 à 45 mg (le grain est soudé aux parois de l'ovaire) jouant le rôle d'un fruit renfermant une graine, (cotylédon qui représente 82 à 85% du grain). (Godon, 1991) L'espèce *Triticum vulgare* est composée de trois parties essentielles (l'enveloppe, l'amande farineuse et le germe). Chacune de ces parties est formée de réseaux très complexes qui font encore l'objet de nombreuses recherches. (Cheftel & Cheftel, 1977) Le germe qui donne la plantule, l'amande appelée endosperme ou albumen, tissu de stockage qui fournit au germe les réserves nécessaires pour sa croissance et les enveloppes protectrices sont composées par la paroi de la graine (testa) et par la paroi du fruit (péricarpe) (Doumandji et al, 2003).

### L'appareil végétatif :

Il se compose de :

**1 Les racines :** On retrouve deux sortes de racines :

**a/ Les racines primaires ou séminales :** issues de la semence qui se développent au moment de la germination, elles sont dotées d'un système racinaire fasciculé assez



développé.

**b/ Les racines adventifs ou coronaires** : qui sont produites par le développement de nouvelles tiges. Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m50 (**Soltner, 1990**).

**2 La tige :** constituée des chaumes, cylindriques, souvent creux du a la résorption de la moelle centrale par contre chez le blé dur elle est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue.

#### **l'appareil reproducteur :**

Il se constitue de fleurs regroupées en inflorescence, elle correspondant à l'épi dont l'unité morphologique de base est l'épillet qui lui-même est constitué de grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées appelées les glumes (inférieure et supérieure)(Gâte, 1995).

#### **le grain :**

Les grains de blé sont des fruits, appelés caryopses. Ces derniers sont de forme Ovoïdes, ils possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale « le sillon » et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils « la brosse ». Le caryopse est



constitué de 03 parties :

**Figure 3 : Grains de blé (pixeles.com).**

#### **a) Les enveloppes**

Selon **Godon et Willem, (1991)** les enveloppes donnent le son en semoulerie,

elles sont d'épaisseur variable et sont formées de 3 groupes de téguments soudés :

1/ Le péricarpe ou tégument du fruit constitué de 3 assises cellulaires :

- Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
- Mésocarpe, formé de cellules transversales.

- Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires.

2/ Le testa ou tégument de la graine constituée de 2 couches de cellules.3/ L'épiderme du nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent.

### b) L'albumen

Principalement amylicé et vitreux chez le blé dur, possède à sa périphérie une couche à aleurone riche en protéines, lipides, pentosanes, hémicelluloses et minéraux (**Godon et Willem, 1991**).

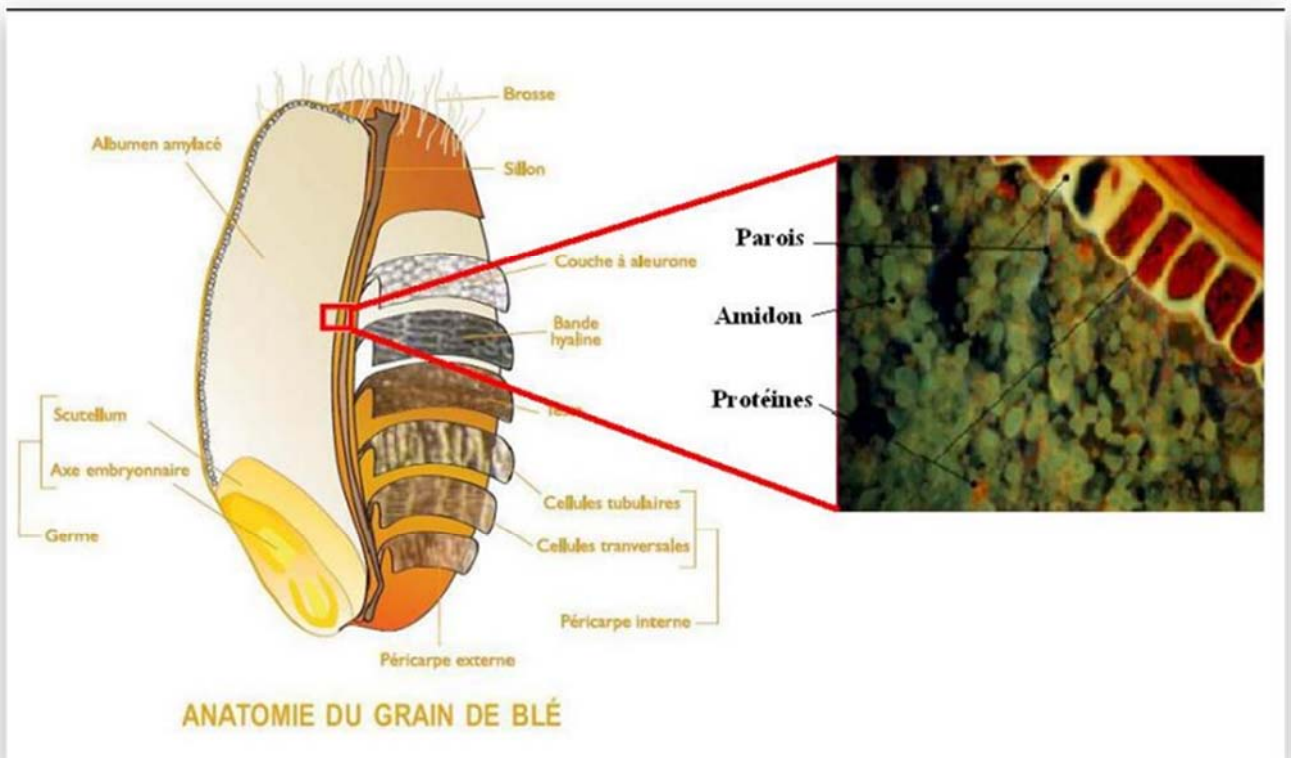
### c) L'embryon

Selon **Godon et Willem, (1991)** l'embryon comporte :

1/ Le cotylédon unique ou scutellum riche en lipides et protéines.2/ La plantule plus ou moins différenciée :

- La radicule ou racine embryonnaire protégée par le coléorhize.

La gemmule comportant un nombre variable de feuilles visibles, enfermées dans un étui protecteur : la coléoptile.



**Figure 4** : Coupe longitudinale présentant les constituants du grain de blé dur (**Paul, 2007**).

## II. Production et importance du blé

En 2015/16 la Production mondiale de blé tendre atteint des millions de tonnes, soit une addition de 5% par rapport à la production de 2014/15, augmentant ainsi la consommation et les échanges, respectivement en 2015/16(soit Mt et Mt) (**ONFAA, 2016**).

On 2015 l'UE était classée première parmi les principaux producteurs de blé au monde, la chine occupe le deuxième position, quant à la troisième position c'est l'Inde qui l'emporte, et Par contre les Etats unis se situent en quatrième position (**FAO, 2015**).

Etant donné que l'UE et le continent américain sont excédentaires en blé, cela les avantages on termes économique et géopolitique indéniable. En revanche, l'Asie et l'Afrique demeurent déficitaires, les rendant dépendants des grands pays exportateurs.

Le fait que le marché mondial du blé soit segmenté en différents groupes de pays doté de diverses capacités de production et de consommation de blé, augmente le caractère volatile de ce dernier.

Selon (**Charvet 2012**) Seulement 19% de la production mondiale du blé est échangée et il s'agit d'un marché de surplus et d'excédent.

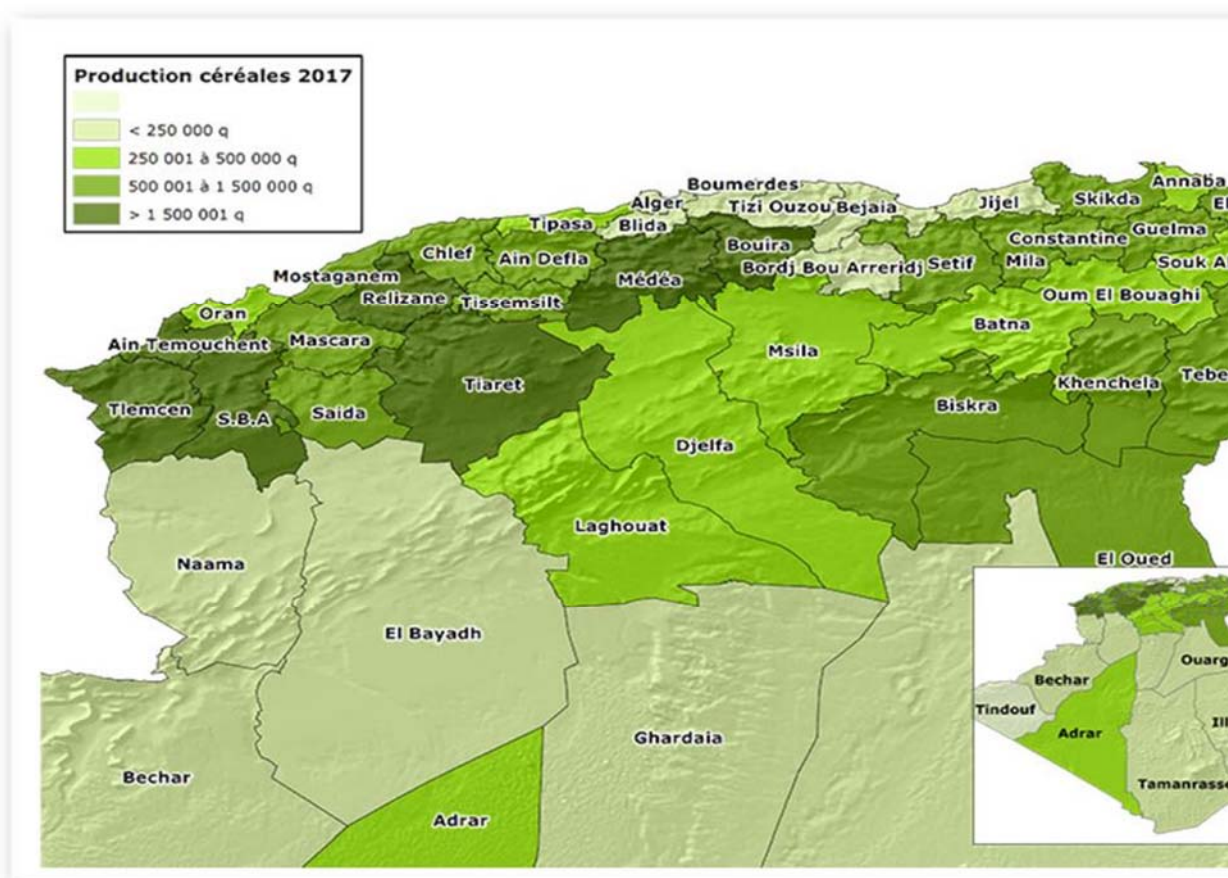
### Production et consommation du blé en Algérie

A titre d'exemple permettez-moi de citer l'Algérie

Chaque année, environ des millions d'hectares sont consacrés à des sociétés céréalières dont environ un million d'hectares sont plantés de blé dur, 600 000 hectares de blé tendre, la récolte de céréales a atteint 4 MMT dont le blé panifié représentait 1 de la Production totale. Le blé étant le produit de consommation de base, les habitants des pays magrébins sont les plus gros consommateurs de cette denrée au monde notamment l'Algérie par exemple consomme avec près de 600 grammes par personne et par jour selon (**Abis, 2012**).

Cette consommation de blé a légèrement augmenté ces dernières années en raison de l'urbanisation accrue, de la croissance de la population et de l'augmentation de la capacité de broyage, mais devrait rester plus ou moins stagnante (**Hales et Rush, 2016**).

Selon la FAO durant l'année 2014 l'Algérie est classée en quatrième position au niveau africain et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production de blé de 2.4 millions de tonnes, collectée est constituée en moyenne de blé dur, blé tendre 33 (**FAO, 2014**).



**Figure 5** : Production des céréales en Algérie 2017 (LA PRODUCTION AGRICOLE Campagnes 2017/2018).

### L'importation du blé en Algérie :

Au niveau mondial, selon (Ammar, 2014) l'Algérie est classée parmi les grands importateurs de céréales (en particulier le blé dur et le blé tendre) car la capacité de sa filière nationale est incapable et loin de satisfaire les besoins de consommation croissants de la population.

L'Algérie a importé de 6 à 7 Mt par an de blé total au cours des cinq dernières années, le blé tendre représentait environ 80% du blé total.

.En 2015, les importations de blé dur représentaient seulement 20% ont réalité on remarquera que l'Algérie produit moins de blé tendre que de blé dur et que la production domestique est encore principalement axée sur le temps et ne répond pas encore à la demande malgré l'augmentation de rendements due à la stratégie agricole.

La France reste la star fournisseur de blé en Algérie représentant 54 % des importations en 2015 principalement en blé tendre et elle est importé le blé dur du Canada, du Mexique et des États-Unis (Hales et Rush, .2016).

### III. Effet du stress abiotique sur le développement des plantes

#### III. 1. Notion de stress :

Le mot 'Stress' est un mot Anglais qui est apparu autour de l'année 1940, il est employé en mécanique, en physique ou en biologie, et qui a pour signification une force ou une influence qui empêche un système normal de fonctionner.

Les méfaits du stress sur les plantes sont considérable, ce dernier comporte des significations importante en biologie, on note que le facteur environnemental leur est défavorable et joue un rôle très important à ce propos (**Levitt, 1980**).

Ces facteurs affectent leur croissance, leur développement et leur productivité et qu'on peut regrouper sous le nom 'stress'. Tous les stress impliquent des réactions de signalisation capables de déclencher une réponse chez la plante.

**Dutuit et al. (1994)**, définit le stress comme un dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence. Donc le stress c'est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement de dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement.

**Tsimilli-Michael et al, (1998)** considèrent que le stress est relatif, avec un contrôle comme état de référence, en effet, le stress est intimement lié à la déviation du contrôle à une contrainte. **Selon Jones et al, (1989)** un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux. D'autre part, les stress environnementaux nés de la fluctuation des facteurs abiotiques (sécheresse, salinité, température) affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (**Madhava Rao et al, 2006**).

Pour résumé on peut dire que le stress est un ensemble de condition qui provoque des changements de processus physiologique résultant éventuellement en dégâts dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement (**Menacer, 2007**) (**Kherfi et Brahmi, 2011**). On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. En revanche, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, tels que le type de contrainte, son intensité, sa durée et caractéristiques génétiques espèce et génotype (**Hopkins, 2003**).

### III. 2. Le stress abiotique

Le terme abiotique se réfère à tous se qui provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physicochimique comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité.

Les plantes subissent un stress abiotique pendant la culture. Plus vous préparez votre culture contre ce stress, moins il entraînera de perte de rendement, donc on peut dire qu'il y'a une relation de cause à effet.

On peut aller plus loin en disant que le stress biotique est causé par un organisme vivant comme les champignons ou des insectes qui porte préjudice à la culture

Quant au stress abiotiques on observe un rapport avec les conditions de croissance sous- optimales causées, par exemple, par la sécheresse, l'excès d'eau, les températures extrêmes, le stress salin, les déficits en minéraux et le ralentissement de la croissance ou les dommages à la suite d'une pulvérisation de produits phytosanitaires. Tant que le facteur de stress ne persiste pas trop longtemps, les cultures peuvent, en principe, bien supporter le stress. Mais en cas de stress prolongé ou structurel, la culture réagira par une réaction de stress. Bien que ce mécanisme de survie soit efficace, il exige une grande quantité d'énergie de la part de la culture, avec pour conséquence une éventuelle perte de rendement et de qualité. Il est donc essentiel de soutenir la culture autant que possible en cas de stress persistant. La cause d'un stress biotique (une maladie ou un parasite) ne peut être contrôlée qu'avec un produit phytosanitaire approuvé. Dans cet article, nous n'aborderons donc que le soutien de la culture en cas de stress abiotique.

#### III. 2.1. L'éclairement

La lumière est nécessaire à la croissance de la plante car c'est une source d'énergie qui permet à la plante de décomposer le CO<sub>2</sub> atmosphérique pour en assimiler le carbone et réaliser la photosynthèse des glucides. Alors la lumière est donc un facteur climatique essentiel et nécessaire pour la photosynthèse (**Diehl, 1975**). Il y'a lieu de signaler que lorsque la lumière est intense elle peut provoquer le stress chez la plante, mais l'éclairement trop faible ou trop élevé, conduisant à des phénomènes de photosensibilisation dangereux pour la plante (**Leclerc, 1988**). Selon (**Ykhlef, 2001**) Sous les conditions de sociétés des hautes plaines, c'est plutôt l'excès de l'éclairement qui est un stress, conduisant à la print- inhibition du centre réducteur des print-systèmes.



### III.2.2. la température

Les études du rythme de développement et de la productivité des variétés de céréales ont prouvé que les variétés précoces résistées mieux au déficit hydrique et les hautes températures de fin de cycle (**Mekhlouf et al. 2002**). La tolérance génétique aux basses températures est cependant nécessaire pour ce type de variété pour réduire les risques de rendement nul en année gélive (**Mekhlouf et al. 2005, Annichiarico et al. 2005**).

La basse température hivernales affectent rarement les blés sous climat méditerranéen, sauf au-dessus de milles mètres, lors des années où le froid survient sans enneigement des sols. La plupart des blés cultivés montrent une résistance limitée au froid,

Les hautes températures constitue un facteurs importants dans la limitation de la production, Elles affectent fortement les organes floraux et la conformation des fruits, ainsi que le fonctionnement de l'appareil photosynthétique (**El Madidi et Zivy, 1993**). Une chaleur excessive peut agit sur la plante en provoquant une déshydratation résultant d'une transpiration accélérée.

\*on peut dire que les températures de 28 à 32°C sont considérées comme source de stress.

\*Au-delà de 32°C, on peut observer des dommages irréversibles pouvant aller jusqu'à la destruction de l'organe ou de la plante.

#### Le stress hydrique

Selon (**Morizet, 1984**) La notion de stress hydrique est liée à la notion de sécheresse. Cette dernière définit l'état de pénurie hydrique dont souffre un végétal

Selon de **Raissac (1992)**, il y a sécheresse dès que l'eau devient facteur limitant de la croissance et du rendement.

D'après **Henin (1976)** dès lors qu'il y a sécheresse il y'a un déficit en eau qui provoque des réactions de défense de la part de la plante et qui résulte d'un flétrissement des feuilles.

**Baldy (1986)** définit la sécheresse comme une combinaison complexe de contraintes hydrique et thermique qui diffèrent considérablement d'un environnement de production à un autre et d'une année à une autre.

Donc le stress désigne une situation où le végétal n'est pas en état de complète tumescence. Les pertes d'eau de la plante par transpiration dépassent largement la quantité d'eau absorbée selon (**Kramer, 1969**).

Le stress hydrique se traduit chez la plante par une série de modifications qui touchent

les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques, à partir du moment où les besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles selon **(Mefti et al 2000)**.

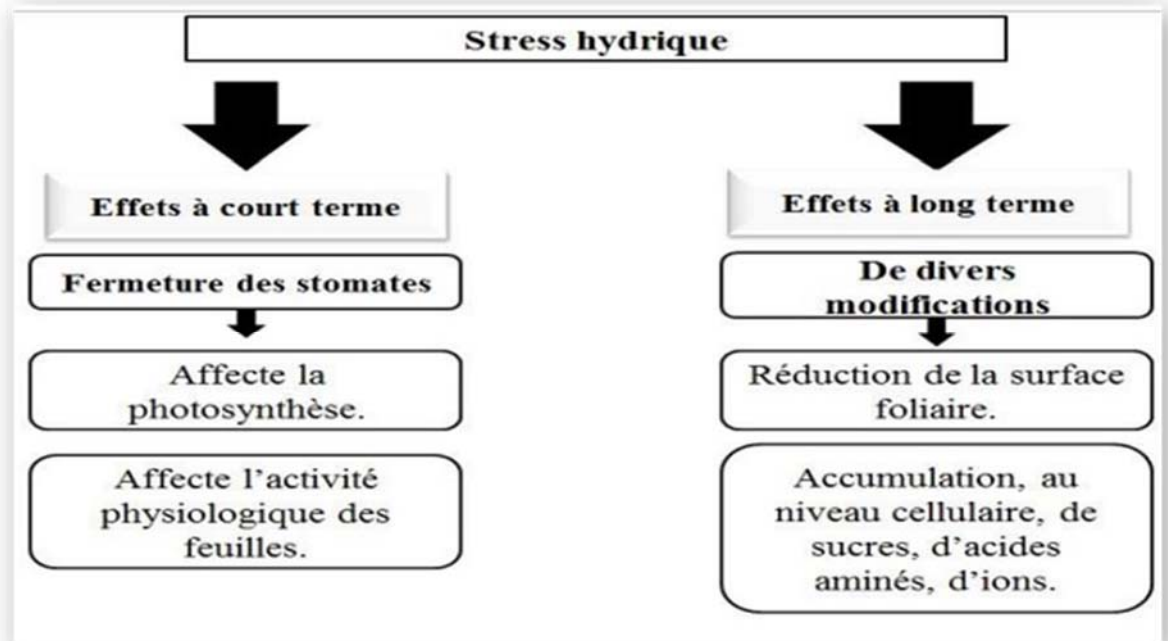


Figure 6 : Effets du stress hydrique sur les plantes (Unknown).

#### Le stress salin :

Selon (Hopkins, 2003) Le stress salin ou la salinité est défini comme étant une contrainte du milieu causée par une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ . Selon Kryz (2000), une condition stressante en Na Cl correspond à une concentration en sel supérieur à 100 mm dans le milieu extérieur.

La salinité affecte les plantes à différents niveaux en engendrant une sécheresse physiologique dû à une pression osmotique élevée (stress osmotique) qui perturbe la capacité des racines à extraire de l'eau, et des concentrations ioniques élevées provoquent une toxicité ionique entraînant une inhibition de nombreux processus physiologiques et biochimiques tels que l'absorption des nutriments et de l'assimilation. L'action conjointe de ces deux composantes aura pour effet une diminution de la croissance, le développement et la survie de la plante (Toshio et Eduardo, 2005).

Une concentration de  $\text{NaCl}$  entre 100mM et 200mM peut être considéré comme un stress modéré. Par contre, une concentration supérieure à 300 mm de Na Cl peut causer un stress sévère aux plantes.

Selon la tolérance au sel, on peut définir deux groupes des végétaux :

1/ Les halophytes supportent les concentrations en sels entre 200 et 500 mm

2/ Les glycophytes représentent la majorité des espèces végétales dont leur croissance est ralentie dès que la concentration des milieux externes dépasse 100 mm et devient létale à partir de 300 MM. (GREENWAY et al, 1980).

La diminution de la croissance est une réponse à la déshydratation ; elle contribue à la conservation des ressources en eau, ce qui permet la survie de la plante (Binzel et al 1988).

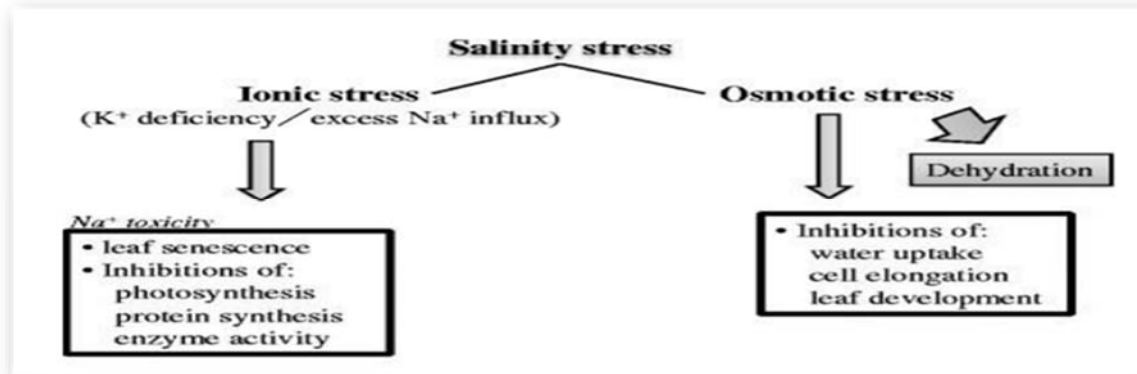


Figure 7 : Effet du stress salin sur les plantes (Horie et al, 2012).

### La plante et le stress

Etant donné que les végétaux sont soumis à une multitude de stress environnementaux, il s'avère que leur quotidien n'est pas facile, leur croissance subit des perturbations d'ordre environnementale.

Pour se défendre Les plantes ont initiées des mécanismes qui leur sont propre pour répondre à toute une série de stress environnementaux tels que la déshydratation, les basses températures, la chaleur, les stress mécaniques comme le toucher ou la articulation, les blessures ou encore les infections provoquées par des espèces qui leur sont pathogènes. Tous ces stress environnementaux sont donc perçus par la plante comme des stimulants qui, par un phénomène de transduction du signal au sein de la cellule végétale, vont à leur tour induire tout un ensemble de réponses biochimiques, Le stress et la salinité moléculaires (expression ou répression de certains gènes) ou physiologiques (Tafforeau, 2002).

Ainsi, depuis la vie embryonnaire, le développement des végétaux dépend de l'information génétique que ceux-ci portent et qui est spécifique à chaque individu, mais aussi des caractéristiques de l'environnement. Les végétaux sont constamment soumis aux différentes variations environnementales et subissent divers stress biotiques et/ ou abiotiques. Aussi, pour ce défendre les plantes sont-elles développées des stratégies

d'évitement et de tolérance vis-à-vis de ces variations, ce qui leur permet de s'acclimater aux différentes variations pour survivre (**Elmsehli, 2009**).

L'étude des plantes placées dans ces conditions, appelée physiologie des stress, est un aspect important de l'écophysiologie végétale pour trois raisons.

1/ D'abord, les plantes répondent souvent aux stress en modifiant leur physiologie et leurs métabolismes normaux.

2/ ensuite, l'étude de la physiologie des stress contribue à la compréhension des facteurs qui limitent la répartition des végétaux.

3/ enfin, en husbandry, la capacité des sociétés.

#### **IV. l'utilisation de la bioinformatique**

##### **Généralité sur la bioinformatiques**

L'informatique, qu'elle soit considérée comme une science ou une technologie, tient une place croissante dans le développement des recherches en biologie. Il suffit pour s'en convaincre de considérer le grand nombre de revues, de conférences et plus généralement de publications à la frontière de l'informatique et de la biologie depuis une quinzaine d'années. Au-delà de ce simple constat, peut-être est-il intéressant de comprendre et d'expliquer pourquoi. Pour ce faire, il convient de se plonger dans l'histoire de ces deux disciplines scientifiques et d'en trouver les points de liaison caractéristiques.

La bioinformatique, discipline en évolution permanente, est l'application d'outils et de techniques informatiques et mathématiques à la gestion et à l'analyse des données biologiques. Le terme bioinformatique est relativement récent et, tel qu'il est défini ici, il empiète sur d'autres termes comme biologie computationnelle, biologie in silico (grâce au silicium des microprocesseurs) ou d'autres expressions de ce genre.

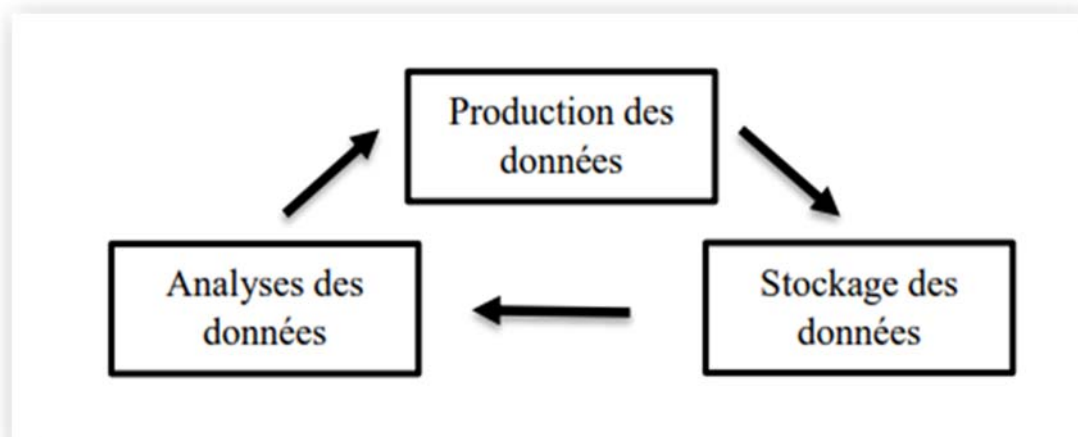
##### **Biologie et informatique**

L'un des aspects les plus stimulants, lorsque l'on travaille en informatique et en biologie, est de constater à quel point ces disciplines sont riches en nouvelles techniques et en nouveaux résultats. La biologie est une science déjà ancienne relativement à l'informatique. La génétique par exemple, qui occupe aujourd'hui une place centrale dans les sciences de la vie, est née il y a un siècle grâce aux premières études des lois de l'hérédité par le moine Gregor Mendel. La découverte fondamentale de la structure de l'acide désoxyribonucléique (ADN) et la première mise en évidence de la structure d'une protéine datent des années 1950. Comme dans de nombreux domaines scientifiques, de nouveaux axes de recherche en biologie, reposent aujourd'hui sur des techniques et des concepts plus récents.

La dernière décennie a vu le lancement et l'aboutissement du Projet Génome Humain,

qui aidera à dans l'âge d'or de la recherche en biologie, un moment important du point de vue

médical, scientifique et philosophique de l'histoire humaine. En comparaison, l'informatique est une science relativement récente. Depuis le premier ordinateur l'informatique, tout comme la biologie, n'a cessé d'évoluer depuis. Tout, de nos jours, depuis nos communications jusqu'à notre agriculture en passant par le monde de la finance, est intimement lié aux ordinateurs et à leur programmation. L'ordinateur est devenu la principale métaphore pour expliquer un grand nombre de choses. De nombreuses problématiques en biologie de la cellule, de l'organisme ou des populations s'appuient sur des méthodes informatiques pour proposer et tester des hypothèses. Réciproquement, de remarquables découvertes en biologie ont trouvé un écho en informatique, les programmes capables d'évoluer dits génétiques ou les réseaux neuronaux en sont des exemples. L'échange d'idées et de concepts entre la biologie et l'informatique est, en soi,



une incitation à la découverte (A.MIHI 2019).

**Figure 8** : Schématisation de l'approche in silico de la biologie (Bonsai, 2014)

### Les bases et les banques de données

Une base de données est un ensemble structuré et organisé permettant le stockage de grandes quantités d'informations afin d'en faciliter leur utilisation (ajout, mise à jour, recherche et éventuellement analyse dans les systèmes les plus évolués que nous verrons par la suite).

Il existe un grand nombre de bases de données d'intérêt biologique. Il y a deux sortes de banques :

- celles qui offrent des informations plutôt hétérogènes.



- celles qui correspondent à des données plus homogènes d'espèces précises.

Il est fréquent d'appeler les premières 'banques de données' et les secondes 'bases de données', mais cette distinction n'est pas très connue par les non-biologistes. Pour éviter toute confusion, nous appellerons les premières banques de données ou bases de données généralistes et les secondes spécialisées.

- Les banques généralistes Genbank (banque américaine créée en 1982) et EMBL (banque européenne qui existe depuis 1980) sont les grandes banques de séquences généralistes. Leur mission est de rendre publiques les séquences qui ont été déterminées. On trouve également une expertise biologique directement liées aux séquences traitées.
- Les banques spécialisées De nombreuses bases de données spécifiques ont été créées pour des besoins spécifiques liés à l'activité d'un groupe de personnes. Elles ont pour but de recenser des familles de séquences autour de caractéristiques biologiques comme les gènes identiques issus d'espèces différentes. Elles peuvent aussi regrouper des classes spécifiques de séquences comme les vecteurs de clonage ou toutes les séquences d'un même génome.

#### **Exemples de banques de données**

- EMBL (European Molecular Biology Laboratory) : Créé en 1980 par l'Européen Molecular Biology Organisation et Diffusée par European Bioinformatics Institute (EBI).
- Genbank : Créé en 1982 par Intelli Genetics et Diffusée par National Center for Biotechnology Information (NCBI).
- DDBJ (DNA Data Bank of Japan): Créé en 1986 par National Institute of Genetics (NIG) et Diffusée par National Institute of Genetics (NIG).

Ces trois banques échangent systématiquement leur contenu depuis 1987 et ont adopté un système de conventions communes.

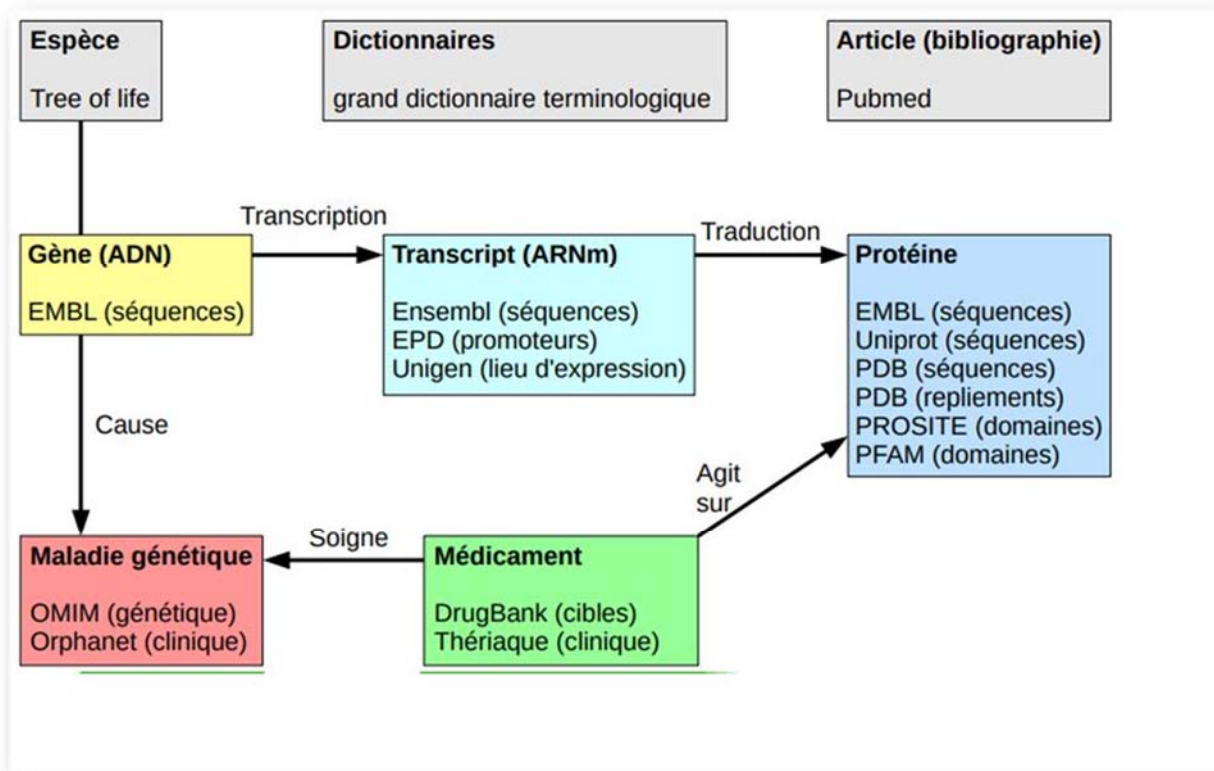


Figure 9 : Schéma relative des Bank des données (google).

### Exemples de bases de données biomoléculaires

- Séquence et structure des macromolécules : Séquences protéiques (UniProt)

Séquences nucléotidiques (EMBL / ENA, Genbank, DDBJ) Structures tridimensionnelles des protéines (PDB)

Motifs structurels (CATH)

Motifs dans les séquences (PROSITE, PRODOM)

- Génomes :

Bases de données génériques (Ensembl, UCSC, Integr8, NCBI génome, ...)

Bases de données spécifiques d'un organisme (SGD, Fly Base, Ace DB, PlasmDB, ...)

Fonctions moléculaires :

Fonctions enzymatiques, catalyses (Expasy, LIGAND/KEGG, BRENDA). Régulation transcriptionnelle (JASPAR, TRANSFAC, Regulon DB, ...).

- Processus biologiques :

Voies métaboliques (MetaCyc, KEGG pathways, Biocatalysis/biodegradation). Interactions protéine-protéine (DIP, BIND, MINT).

Transduction de signal (Transpath).

### **Banques généralistes de séquences protéiques**

- **SWISSPROT :**

Projet démarré par Aimés Bairoch en 1986, à l'université de Genève Chaque séquence est expertisée par un « annotateur » (ou « curateur »), expert dans un domaine particulier de la biologie.

Réellement non-redondante : quand plusieurs séquences sont identiques, une séquence est choisie comme « représentative ». Les séquences proches sont recensées en tant que variantes.

- **TREMBL :**

Traduction automatique d'EMBL Genpept traduction automatique de Genbank

Etant donné l'augmentation exponentielle des séquences nucléiques disponibles, ces bases de données de protéines traduites augmentent aussi de façon exponentielle.

En Novembre 2014, TREMBL contient >86 millions de séquences Swissprot (annotations) n'en contient que 546.790.

Il devient impossible de réviser une par une ces séquences. Elles sont donc annotées automatiquement :

Identification des domaines sur base de similarités de séquences. Annotation de la fonction de la protéine sur base de similarité de séquence.

Ces annotations sont bien entendu sujettes à caution : l'annotation automatique présente des risques d'erreurs :

- échec d'identification d'un domaine ou d'une fonction,
- assignation erronée d'un domaine ou d'une fonction.

**Chapitre II :**

**Matériel Et**

**Méthodes**

## I. Matériel :

Dans cette partie on a travaillé principalement avec des séquences d'ADN/ARN des gènes de stress abiotique chez le blé.

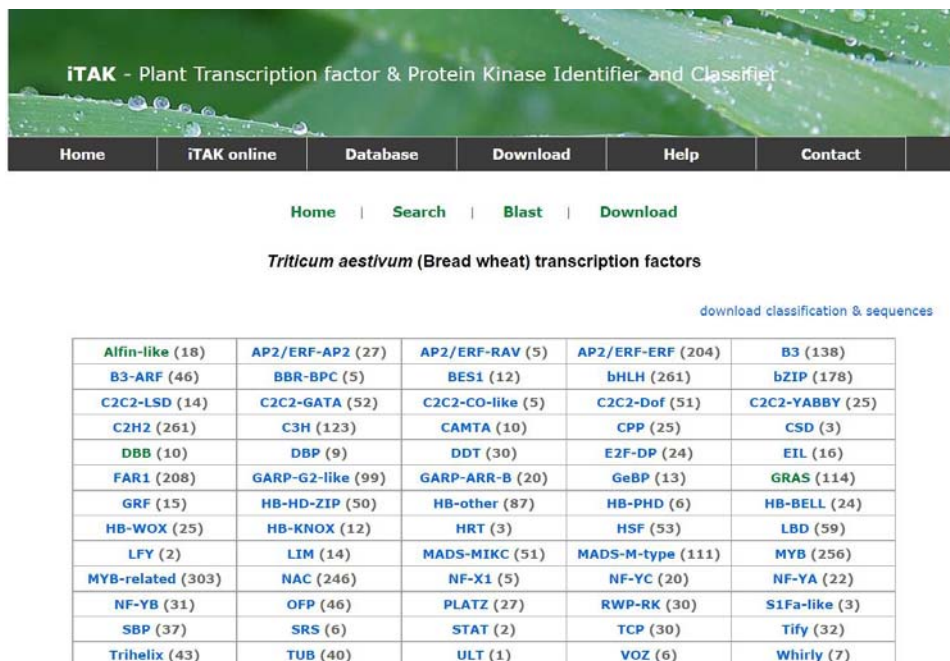
## II. Méthode :

### Collecte des données :

Pour la collecte des données, nous avons utilisé les BDD suivants :

### ITAK DATA BASE :

ITAK est un programme permettant d'identifier les facteurs de transcription (TFs), les régulateurs de transcription (TRs) et les protéines kinases (PKs) des plantes à partir de séquences de protéines ou de nucléotides, puis de classer les TFs, TRs et PKs individuels dans différentes familles de gènes.



The screenshot shows the ITAK web interface. At the top, there is a navigation bar with links: Home, iTAK online, Database, Download, Help, and Contact. Below this, there are links for Home, Search, Blast, and Download. The main content area is titled "Triticum aestivum (Bread wheat) transcription factors" and includes a link to "download classification & sequences". A table lists various transcription factor families and their counts.

Alfin-like (18)	AP2/ERF-AP2 (27)	AP2/ERF-RAV (5)	AP2/ERF-ERF (204)	B3 (138)
B3-ARF (46)	BBR-BPC (5)	BES1 (12)	bHLH (261)	bZIP (178)
C2C2-LSD (14)	C2C2-GATA (52)	C2C2-CO-like (5)	C2C2-Dof (51)	C2C2-YABBY (25)
C2H2 (261)	C3H (123)	CAMTA (10)	CPP (25)	CSD (3)
DBB (10)	DBP (9)	DDT (30)	E2F-DP (24)	EIL (16)
FAR1 (208)	GARP-G2-like (99)	GARP-ARR-B (20)	GeBP (13)	GRAS (114)
GRF (15)	HB-HD-ZIP (50)	HB-other (87)	HB-PHD (6)	HB-BELL (24)
HB-WOX (25)	HB-KNOX (12)	HRT (3)	HSF (53)	LBD (59)
LFY (2)	LIM (14)	MADS-MIKC (51)	MADS-M-type (111)	MYB (256)
MYB-related (303)	NAC (246)	NF-X1 (5)	NF-YC (20)	NF-YA (22)
NF-YB (31)	OPF (46)	PLATZ (27)	RWP-RK (30)	S1Fa-like (3)
SBP (37)	SRS (6)	STAT (2)	TCP (30)	Tify (32)
Trihelix (43)	TUB (40)	ULT (1)	VOZ (6)	Whirly (7)

[http://itak.feilab.net/cgi-bin/itak/db\\_browse.cgi](http://itak.feilab.net/cgi-bin/itak/db_browse.cgi)

**Figure 10** : Capture d'écran de la BD utilisé pour extraire les gènes de stress Abiotique.

## GENBANK :

C'est une base de données créée en 1982 par la société Intelli Genetics et diffusée maintenant par le NCBI (National Center for Biotechnology Information, Los Alamos, US) elle contient toutes les séquences nucléotidiques publiquement disponibles et leur traduction protéines.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>

The screenshot shows the NCBI Nucleotide search results page. The search term 'triticum R2R3' is entered in the search bar. The results are displayed in a table with columns for 'Items: 1 to 20 of 37', 'Accession', 'Length', and 'Description'. The first three results are for 'Triticum aestivum cultivar Chinese Spring R2R3 Myb transcription factor (Mpc1-D4) mRNA', 'Triticum aestivum cultivar Chinese Spring R2R3 Myb transcription factor (Mpc1-D2) mRNA', and 'Triticum aestivum cultivar Chinese Spring R2R3 Myb transcription factor (Mpc1-B2) mRNA'. The interface includes navigation links like 'First', 'Prev', 'Page 1 of 2', 'Next', and 'Last'. There are also filters for 'Species', 'Molecule types', 'Source databases', 'Sequence Type', 'Sequence length', 'Release date', and 'Revision date'. A 'Results by taxon' section shows 'Top Organisms' including 'Triticum aestivum (25)', 'Arabidopsis thaliana (5)', 'Brassica napus (4)', and 'Oryza sativa (3)'. A 'Find related data' section is also visible.

**Figure 11 :** Capture d'écran de la BD utilisé pour extraire les séquences des gènes.

Après qu'on obtient les noms des gènes on les cherche sur la Banque de données (GenBank) par la fonction nucléotide pour accéder à leurs séquences et leurs CDS en format FASTA.

Certain gènes que nous n'avons pas trouvé GENBANK et nous l'avant recherché dans les articles.

## PRIMER 3 :

Primer3Web est une interface Web simple pour primer3 te est un outil en ligne de commande permettant de sélectionner des amorces pour la réaction en chaîne par polymérase(PCR).



<https://primer3.ut.ee/>

**Primer3web** version 4.1.0 - Pick primers from a DNA sequence. [disclaimer](#) [code](#)  
[cautions](#)

Select the **Task** for primer selection:

[Template masking](#) before primer design (available species)

Select species:  Nucleotides to mask in 5' direction:   
 Primer failure rate cutoff:  Nucleotides to mask in 3' direction:

Paste source sequence below (5'→3', string of ACGTNacgtn -- other letters treated as N -- numbers and blanks ignored). FASTA format ok. Please N-out undesirable sequence (vector, ALUs, LINEs, etc.) or use a [Mispriming Library](#) (repeat library) | NONE

```
CCCGAGCGATCTGCCACCAAGGATGGTCAGCAGCCATGCGCCTCCCCGGCTCCGTCTCCTCCAATCC
GGGGTGTCTACAAGCTCAAAGCTGCAGCAGCCCGTTGTGCGCCGCAAGTGTGGGCGCCCAAGCCCGTGA
GGTGACGGGCGCCCTCTTCTCCACGGGATGCGCGGGCGTGGGAGGAGACGGAGATGAGTGCAGCGG
CAGCAGCTTGGTGGCATGGTGGGCGGTGGCGACTGGATGGACGACGTTAGAGCCTTGGCGTCTTTCTT
GAGTCCGACGACGACTGGGTCAACTCCCTGCAAGTGGCGGGTTAA
```

Pick left primer, or use left primer below:   
 Pick hybridization probe (internal oligo), or use oligo below:   
 Pick right primer, or use right primer below (5' to 3' on opposite strand):

[Sequence Id](#)  A string to identify your output.  
[Targets](#)  E.g. 50,2 requires primers to surround the 2 bases at positions 50 and 51. Or mark the [source sequence](#) with [ and ]: e.g. ...ATCT[CCCC]TCAT.. means that primers must flank the central CCCC.  
[Overlap Junction List](#)  E.g. 27 requires one primer to overlap the junction between positions 27 and 28. Or mark the [source sequence](#) with -: e.g. ...ATCTAC-TGTCAT.. means that primers must overlap the junction between the C and T.  
[Excluded Regions](#)  E.g. 401,7,68,3 forbids selection of primers in the 7 bases starting at 401 and the 3 bases at 68. Or mark the [source sequence](#) with < and >: e.g.

**Figure 12 :** Capture d'écran de site utilisé pour obtenir les primers.

Après l'extraction des séquences Cds. On les met dans PRIMER 3 qui nous a amené à savoir les amorces et la taille de séquence et température d'hybridation.

### Création de la base de données en PhpMyAdmin :

#### PhpMyAdmin :

PhpMyAdmin est une application web qui permet de gérer un serveur de bases de données MySQL. Dans un environnement multi-utilisateur, cette interface écrite en PHP permet également de donner à un utilisateur un accès à ses propres bases de données.

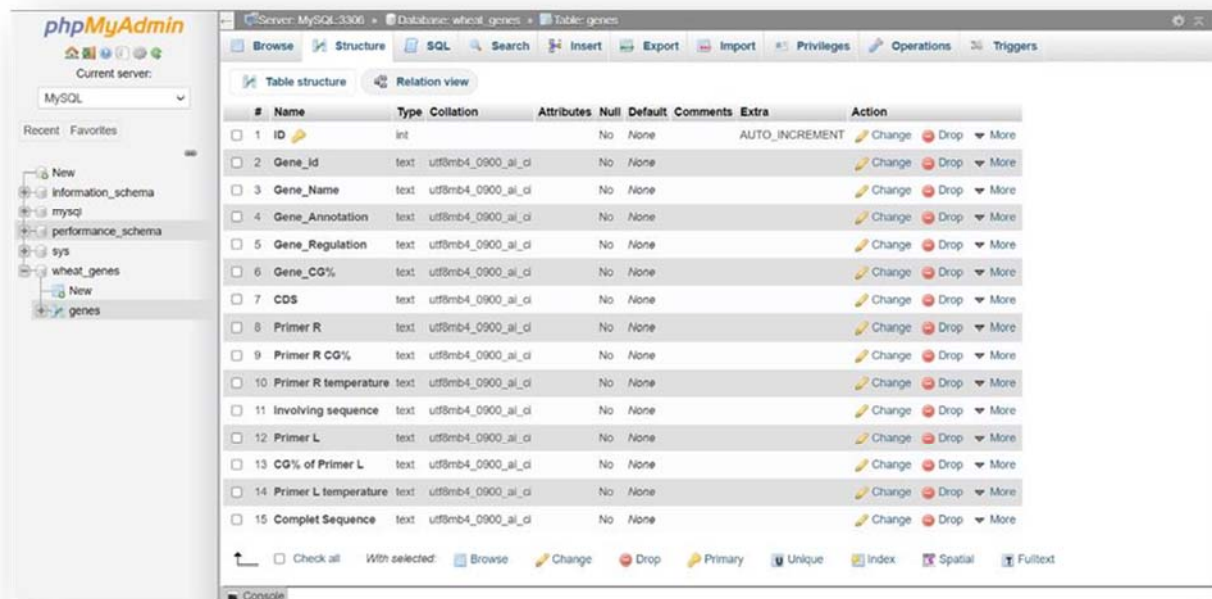


Figure 13 : Capture d'écran de la BDD qu'on a créé.

Dans la création des tables on a utilisé comme vous voyez sur la capture d'écran (id, nom, annotation, régulation, pourcentage CG%, CDS, Amorces, pourcentage CG des amorces, températures d'hybridation des amorces, séquences impliqués et la séquence entière).

Le remplissage les tables a été effectuée manuellement.

### II.3 Création de l'application web : Visual Studio Code :

C'est un éditeur de code open-source développé par Microsoft supportant un très grand nombre de langages grâce à des extensions. Il supporte l'auto complétion, la coloration syntaxique, le débogage, et les commandes git.

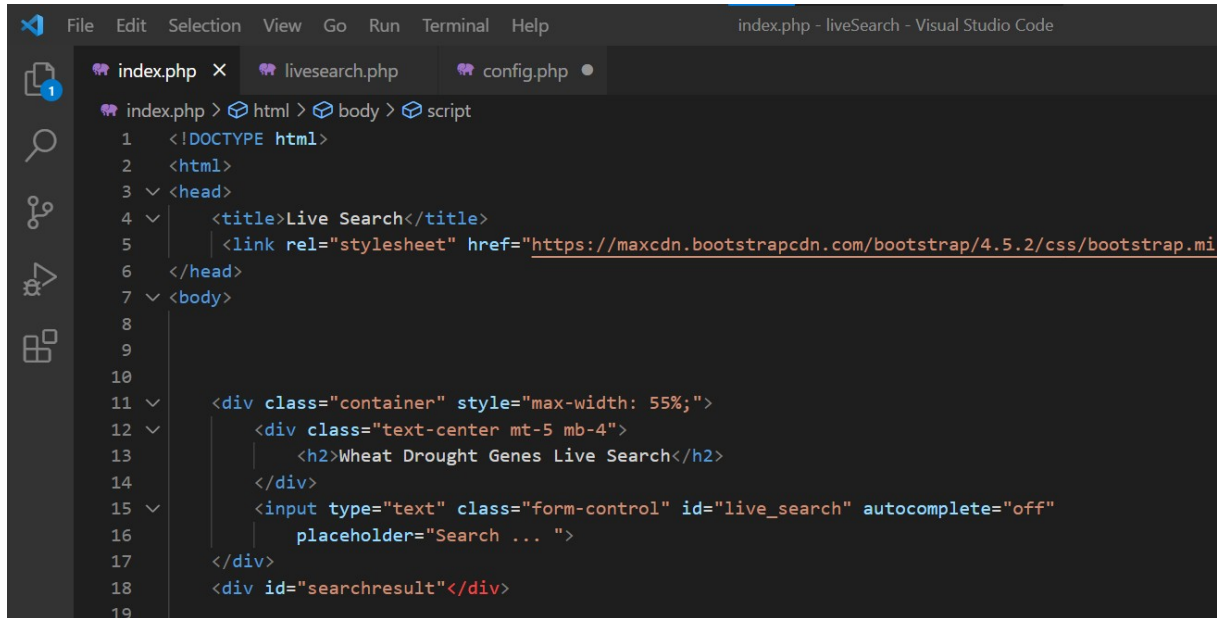
### HTML (Hyper Text Markup Language) :

C'est est un format de structuration de données permettant de créer des pages web pouvant être

lues et présentées dans des navigateurs Web.

### CSS :

C'est l'acronyme de Cascading Style Sheet, est un langage de conception simple destiné à simplifier le processus de présentation des pages Web, donc utilisé sur l'internet pour mettre en forme les fichiers HTML.



```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4   <title>Live Search</title>
5   <link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/4.5.2/css/bootstrap.mi
6 </head>
7 <body>
8
9
10
11 <div class="container" style="max-width: 55%;">
12   <div class="text-center mt-5 mb-4">
13     <h2>Wheat Drought Genes Live Search</h2>
14   </div>
15   <input type="text" class="form-control" id="live_search" autocomplete="off"
16     placeholder="Search ... ">
17 </div>
18 <div id="searchresult"</div>
19
```

**Figure 14 :** Capture d'écran de l'environnement de développement du site créé.

1. Choix de l'éditeur de texte : Visual studio code.
2. Configuration et installation des packages nécessaire.
3. Création des pages :

1/index.php : est la page d'accueil.

2/About.php : est une page bibliographique qui contient la description du site.

3/Contact.php : est une page de contact par email en cas d'un problème ou difficulté.

4. Création de lien(Search.php) entre la BDD et l'application web pour pouvoir activer la fonction (live search).

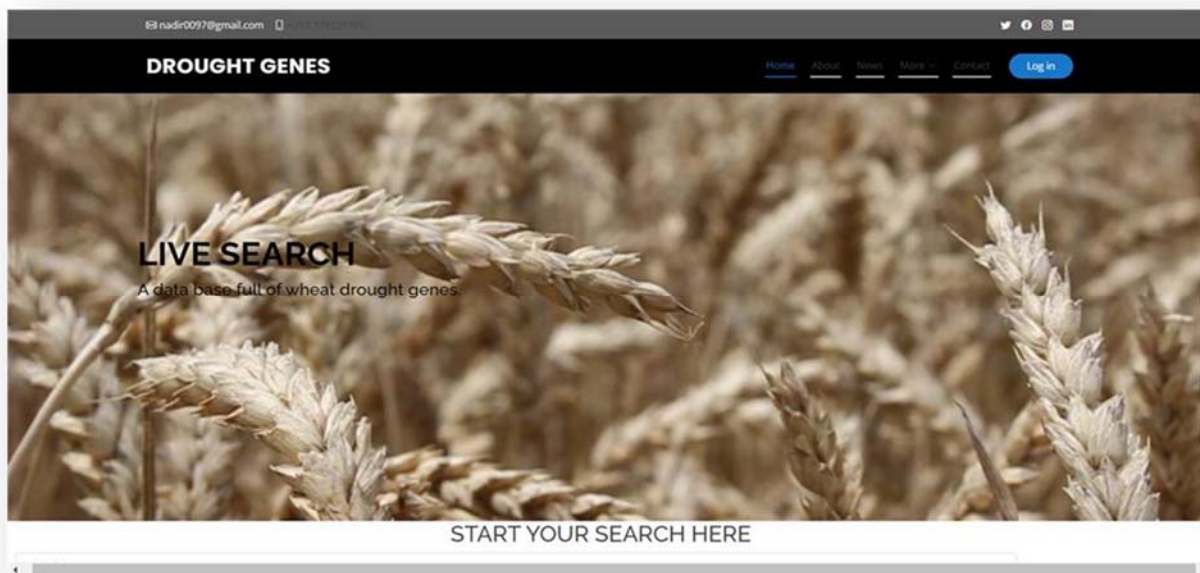
```
search.php > ...
1  <?php
2
3  // Create connection
4  $conn = mysqli_connect("localhost", "root", "", "wheat_genes");
5  $sql = "SELECT * FROM genes WHERE Gene_id LIKE '%" . $_POST['name'] . "%'";
6  $result = mysqli_query($conn, $sql);
7  if(mysqli_num_rows($result)>0){
8      while ($row=mysqli_fetch_assoc($result)) {
9          echo " <tr>
10             <td>".$row['Gene_id']. "</td>
11             <td>".$row['Gene_Name']. "</td>
12             <td>".$row['Gene_Annotation']. "</td>
13             <td>".$row['Gene_Regulation']. "</td>
14             <td>".$row['Gene_CG%']. "</td>
15             <td>".$row['CDS']. "</td>
16             <td>".$row['Primer R']. "</td>
17             <td>".$row['Primer R CG%']. "</td>
18             <td>".$row['Primer R temperature']. "</td>
19             <td>".$row['Involving sequence']. "</td>
20             <td>".$row['Primer L']. "</td>
21             <td>".$row['CG% of Primer L']. "</td>
22             <td>".$row['Primer L temperature']. "</td>
23             <td>".$row['Compleat Sequence']. "</td>
24
```

Figure 15 : Capture d'écran de la page qui lie la BDD et le site.

***Chapitre III :***  
***Résultat***  
***et discussion***

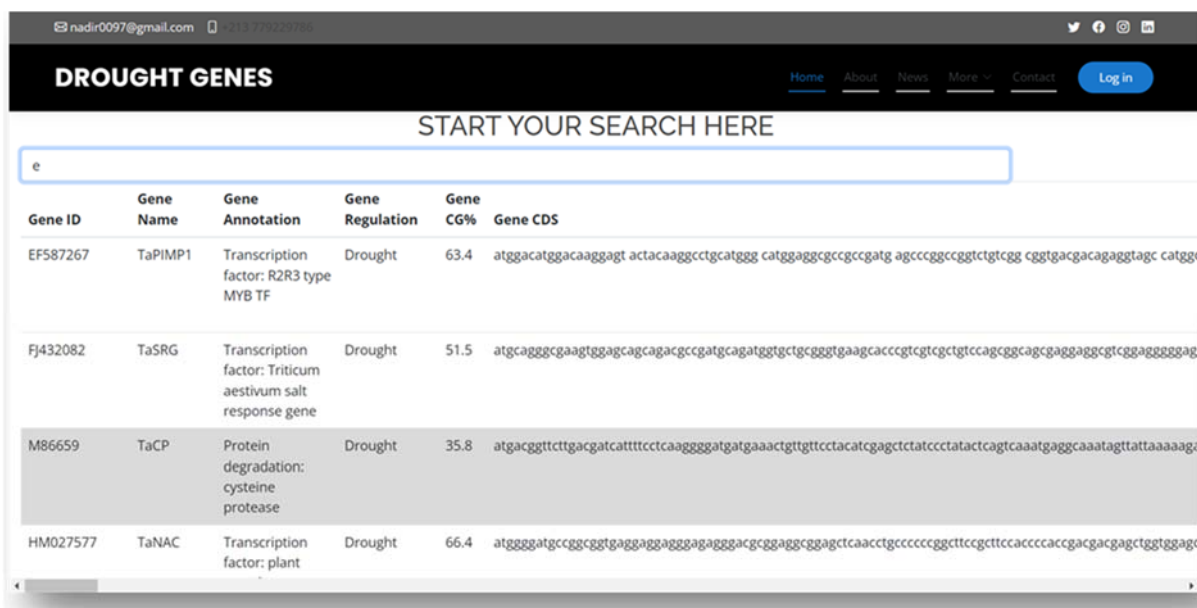
**Résultat :**

Les informations collectées ont permis d'établir une base de données liée à une application web contenant les informations nécessaires à l'étude de 34 gènes impliqués dans la tolérance à la sécheresse chez le blé dur.



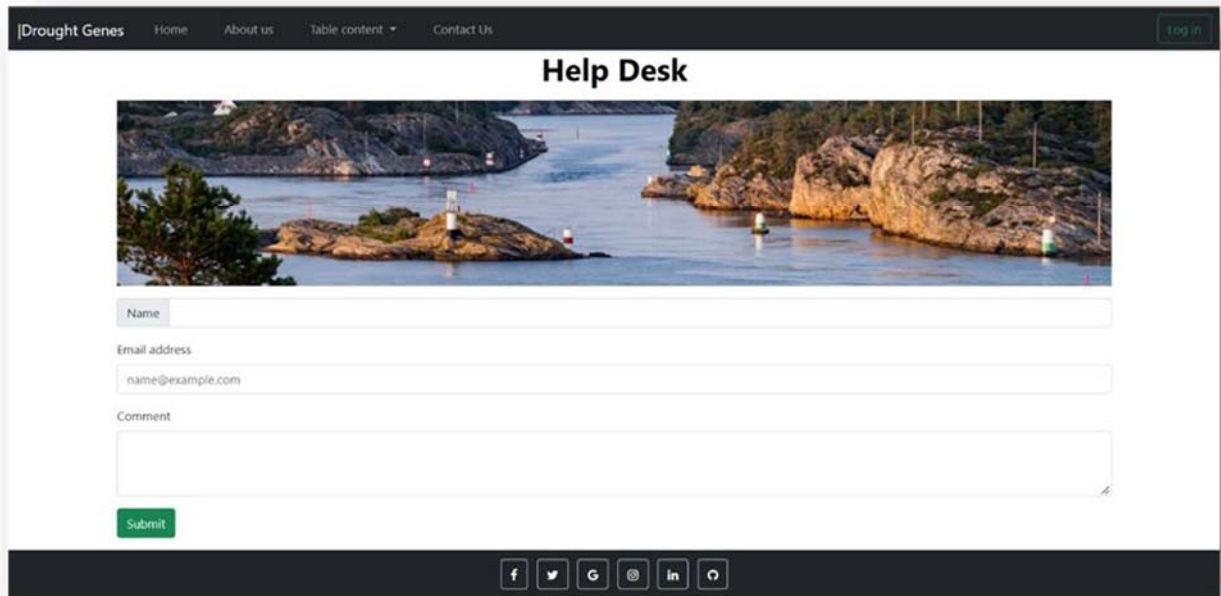
**Figure 16 :** Capture d'écran de l'interface du site.

Pour la visualisation de l'information de gène on utilise la fonctionnalité de click et écrire le GENE ID au champ de recherche sur interface et les résultats vont se présenter automatiquement.



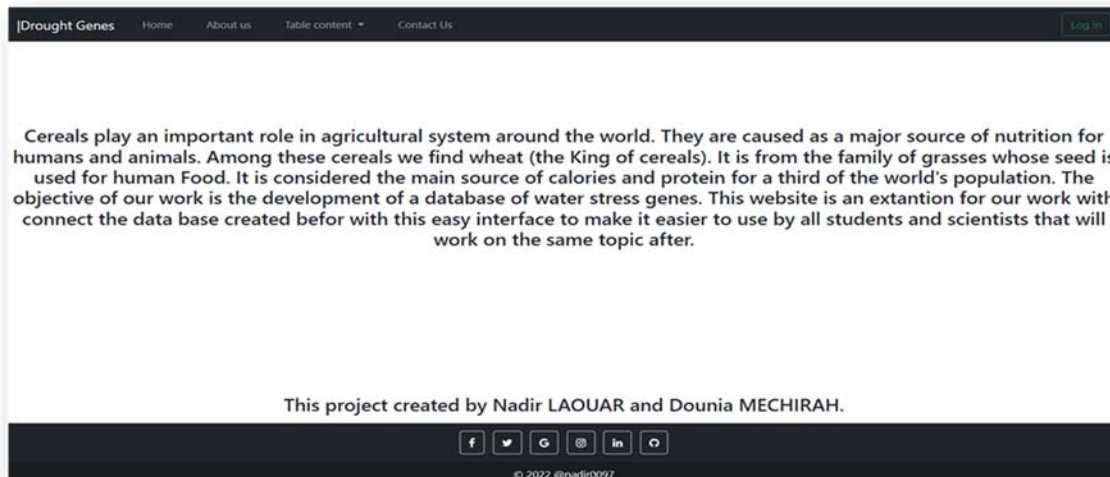
**Figure 17 :** Capture d'écran de l'interface après une recherche faite.

Afin de répondre aux éventuelles questions soulevées par les utilisateurs, une interface facile à utiliser a été dédiée à ce fait.



**Figure 18 :** Capture d'écran de l'interface du contact.

Finalement une partie qui décrit un peu notre site web.



**Figure 19 :** Capture d'écran de l'interface qui contient la description du site.

### **Discussion :**

Le présent travail a pour but de mettre en place une base de données pour l'étude des gènes.

Cette base de données a été liée à une application web facile à utiliser.

Cette dernière a été créée pour faciliter la recherche des gènes impliqués dans la résistance de la sécheresse et la tolérance chez la plante de blé (*T. aestivum*).

Ça permet d'obtenir les informations sur le gène comme les premier, les séquences Cds et le gène id le pourcentage CG ... donc ce site permet aux chercheurs et scientifiques d'extraire plus facilement des informations des gènes.



# Conclusion

**Conclusion :**

L'importance du blé et la possibilité de son amélioration par croisement et sélection nousa poussés à réaliser ce travail par la création d'une base de données contienne des différents gènes de stress hydrique et la mettre accessible à tout le monde par une interface facile à utiliser.

Cette base de données permet de mettre des données à la disposition d'utilisateurs pour une consultation, une saisie ou bien une mise à jour, tout en s'assurant des droits accordés à ces derniers. Cela est d'autant plus utile quelles données informatiques sont de plus en plus nombreuses.

La base de donnée regroupe les informations nécessaires à l'étude de 34 gènes impliqués dans la tolérance du blé au stress hydrique et pourront être utilisées par les chercheurs et sélectionneurs travaillant sur l'amélioration génétique du blé.

Comme perspectives, ce travail pourra être amélioré par :Enrichir la base de données par l'intégration d'autres gènes.

Elargir la base de données par d'autres gènes liés à d autre stress abiotique



**Références**

**Bibliographiques**

- Abis S (2012) Le blé en Méditerranée sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire relations commerciales CIHEAM Paris : 241-247.
- Ammar M (2014) Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier : p17-20.
- Diehl.R. (1975). Agriculture générale. Editions J.B.Baillièrre.396 pages.
- Dutuit P., Pourrat Y., Dutuit J.M. (1994). La notion de stress de la cellule à l'écosystème. Sècheresse, 5. 1: 23-31
- FAO (2014) Afrique classement des pays producteurs de matières premières : 2p
- Feillet P., (2000). Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris.
- Gate P., (1995). Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.
- Gate, P. (1995).Ecophysiologie du blé, Edit. Lavoisier, Paris, Technique et documentation, 429, p 1-14
- Godon B., Willm C.L., (1991). Les industries de première transformation des céréales. Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp. 78 – 91.
- Godon B., Willm C.L., (1991). Les industries de première transformation des céréales. Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp. 78 – 91.
- GREENWAY H. and MUNNS R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol 31, p. 149–190.
- Hales N, Rush C (2016) Algeria Grain and Feed Annual 9: 1-11.
- Hopkins, W. G. (2003). Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles: 61-476.
- Hopkins. 2003. Physiologie végétale.
- Horie T, Karahara I, Katsuhara M. 2012. Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants. The Rice Journal5 (1) 1-18.
- Jones H.G., Flowers T.J. & Jones M.B. 1989. Plants Under Stress. Univ. Cambridge.
- Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Academic Presse, New York.
- Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, salt and others stresses. Academic Press, New York, 2: 365- 406
- Madhava Rao K.V., Raghavendra A.S. & Janardhan Reddy K. 2006. Printed in the
- Nadjem. K., (2012). Contribution à l'étude des effets du semis direct sur L'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse Magister Université Ferhat Abbas Sétif, p : 31.

Netherlands. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer: plants: challenges and opportunities. Vol.10 No.12.

- Sakamura, T. (1918). Kurze Mitteilung uber die chromosomenzahlen und die verwandtschaftsverhaltnisse der Triticum\_Arten. Bot. Mag., 32:151\_154.
- Soltner D., (1990). Les grandes productions végétales : Céréales, plantes sarclées.
- Soltner D., (1999). Les grandes productions végétales. 19 Edition, 25- 31.
- Toshio Yamaguchi and Eduardo Blumwald. 2005. Developing salt-tolerant crop

- Tsimilli-Michael M. M., Pêcheux R.J. & Strasser. 1998. Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed in hospite by the fluorescence kinetics O-J-I-P. Archs. Sci. Genève.51: 205 - 240 p.
- Ykhlef N. (2001) Photosynthèse, activité photochimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de doctorat d'Etat, Université Mentouri Constantine. 146p.

**Les articles :**

- Le blé, c'est toute une histoire  
<https://www.semencemag.fr/ble-selection-genetique.html>
- L'Algérie achète du blé, mais pas français  
[https://www.terre-net.fr/marche-agricole/actualite-marche-agricole/article/l-algerie-achete-du-ble-mais-pas-francais-1395-204448.html#:~:text=Suite%20%C3%A0%20son%20dernier,C%26F%20\(co%26B%20et%20fret\)](https://www.terre-net.fr/marche-agricole/actualite-marche-agricole/article/l-algerie-achete-du-ble-mais-pas-francais-1395-204448.html#:~:text=Suite%20%C3%A0%20son%20dernier,C%26F%20(co%26B%20et%20fret))
- Blé tendre - Définition et Explications  
<https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Ble-tendre.html>
- encyclopédie berbère  
<https://journals.openedition.org/encyclopedieberbere/1766>
- Stress abiotique  
<https://soiltech.nl/fr/But/stress-abiotique/>
- cycle biologique du blé Source: Mme FERTAS Khadra 2007. Essais d'optimisation du fractionnement et de la période d'apport de l'azote pour la culture du blé dur ( variété waha ) en zone semi – aride irriguée  
[https://agronomie.info/fr/cycle-biologique-du-ble/#:~:text=Comme%20toutes%20les%20c%26A9r%26A9ales%20%C3%A0,stadés%20\(Soltner%2C%201999\)](https://agronomie.info/fr/cycle-biologique-du-ble/#:~:text=Comme%20toutes%20les%20c%26A9r%26A9ales%20%C3%A0,stadés%20(Soltner%2C%201999))
- INFOGRAPHIE : LE CYCLE DU BLÉ 12 avril 2016  
<https://www.agriethique.fr/infographie-le-cycle-du-ble/>
- LA PRODUCTION AGRICOLE Campagnes 2016/2017 et 2017/2018  
Source : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche.  
[https://www.ons.dz/IMG/pdf/e\\_production\\_agricole2017-2018.pdf](https://www.ons.dz/IMG/pdf/e_production_agricole2017-2018.pdf)
- LE BLÉ TENDRE Source : EUSKAL HERRIKO LABORANTZA GANBARA  
Zuentzat – 64 220 AINIZA MONJOLOSE  
[https://ehlgbai.org/wp-content/uploads/2016/10/BLE\\_TENDRE\\_EHLG.pdf](https://ehlgbai.org/wp-content/uploads/2016/10/BLE_TENDRE_EHLG.pdf)
- Blé en Algérie : la production et les insuffisances Contribution de Khalil Benabid, Membre du Conseil National Président de la Commission Agriculture au Conseil Scientifique Jil Jadid  
<https://jiljadid.org/fr/2020/11/29/ble-algerie-production-et-insuffisances/>

**Année universitaire : 2021-2022**

**Présenté par : LAOUAR Nadir  
MECHIRAH Dounia Ahlem**

# **Mise au point d'une base de données pour l'étude du stress hydrique chez le blé**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Bioinformatique**

Le blé joue un rôle important dans les systèmes agricoles du monde entier. Les contraintes environnementales et principalement le stress hydrique sont considérés comme les principaux facteurs pénalisant sa production et son rendement.

Le but du présent travail est d'établir une base de données en ligne accessible aux chercheurs travaillant sur la sélection et création variétale.

La base de données mise au point 'Drought genes' est une ressource bibliographique qui contient des informations moléculaires sur les principaux gènes impliqués dans la tolérance au manque d'eau chez le blé.

Les données contenues peuvent être utilisées dans les programmes d'amélioration génétique de la tolérance au stress hydrique chez le blé.

**Mots-clefs :** Blé, Base de données, Gènes, Stress hydrique.

**Encadreur :** TEMAGHOULT Mahmoud (MAA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Examineur 1 :** KELLOU Kamel (MAA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Examineur 2 :** DAAS Mohamed Skandar (MCA - Université Frères Mentouri, Constantine 1).