***Introduction***

elle se glisse dans nos vie reproduit nos pensée décrypte notre code génétique , elle apprend a conduire nos voiture elle pilote des robot qui travaille plus dure que nous , régule le trafic prédit la météo et le taux de pollution c’est l’air du de L’intelligence artificielle (IA) et du big data le pétrole du 21 -ème siècle ; la IA recèle un potentiel énorme on est qu’au début mais on voit qu’elle peut s’attaquait au grand problème dans la planète elle peut trouver des chemin facile dont les données sont complexe que l'être humain lui sont hors de portée et    Avec la naissance de L’intelligence artificielle les chercheurs ont déjà réglée des problème en médecine transport astronomie et rien que cela montre son potentiel de changer nos vies

   Ce domaine est divisée en nombreuses sous-disciplines focalisant sur des problèmes bien distincts tel que la vision

La vision par ordinateur consiste à reproduire les résultats obtenus par la vision humaine sur un ordinateur en utilisant des moyens informatiques en remplaçant l'œil par une caméra et le cerveau par un ordinateur ;elle permet a une machine d’analyser traiter et comprendre une ou plusieurs images est cette dernière est souvent utiliser dans la biométrie ( control d’accès ) la robotique (évitements d’obstacles ) le domaine médicale ( détections de tumeur )

    La reconnaissance des formes est un problème central dans la vision par ordinateur. Il cherche à associer une étiquette à une donnée qui peut se présenter sous la forme d'une image brute ou d’un signal. Des données différentes peuvent recevoir la même étiquette ; ces données sont les réalisations ou les exemplaires de la classe identifiée par l'étiquette. Des méthodes générales ont été développées en reconnaissance des formes pour extraire automatiquement des informations  afin de caractériser les classes de formes  et d'assigner automatiquement des données à ces classes . La mise en œuvre de ces méthodes générales pour des problèmes particuliers amène à introduire la notion de système de reconnaissance. Dans ce projet nous allons contribuer a l’amelioration du rendement a l’aide d’un algorithme appelé c-myennes floue et  métaheuristiques    Ce mémoire est devisé en trois chapitres : Dans le premier chapitre nous allons citer quelques notions de bases sur le traitements d'image et la reconnaissance de formes.Le second chapitre est dédié à la conception et les étapes de modélisation suivie. Nous terminerons par l'explication de la méthodologie suivie pour réaliser la reconnaissance d'image.Le dernier chapitre portera sur l'expérimentation que nous allons présenter et valider nos approches par la présentation des résultats des tests effectués sur des bases d'images.

***Chapitre 1 : notions de bases sur le traitement d’images, segmentation, métaheuristique***

# Introduction :

le traitement de l'image est un vaste domaine de recherche. la segmentation d’image est la partie la plus populaire du traitement de l'image qui divise l'image en nombre de segments mais a ce jour il n’existe pas d’approche entièrement satisfaisante , Dans ce chapitre nous allons définir le traitement d’image ,les méthode approchée tel que le fuzzy c-means la segmentation d’image à l'aide d'algorithmes métaheuristiques car L'idée de combiner ces techniques est d'améliorer les performances de c’est algorithmes de traitement d'images.

# image numerique :

pour qu’elle soit analysée pas l’ordinateur l’image dois etre d’abord convertie en données numériques , a cet effet la représentation la plus utilisée est un tableau a deux dimension de point appeler pixel ayant chacun comme caractéristique un niveau de gris ou de couleurs prélevé à l’emplacement correspondant dans l’image réelle, ou calculé à partir d’une description interne de la scène à représenter

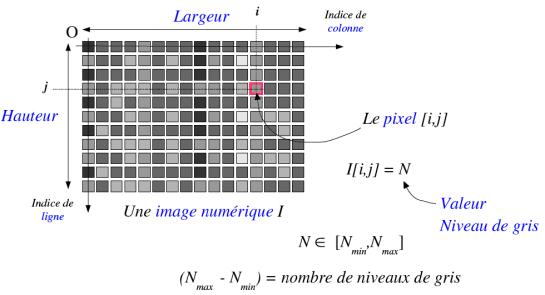


Figure 1 : représentation numérique d’une image

# Caractéristiques d’une image numérique :

 L’image est un ensemble structuré d’informations caractérisé par les paramètres suivants :

Dimension C’est la taille de l’image se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques représentatives des intensités lumineuses (pixels). Le nombre de lignes de cette matrice multipliée par le nombre de colonnes nous donne le nombre total de pixels

 Résolution C’est la clarté de détails atteinte par un moniteur ou une imprimante dans la production d’images.

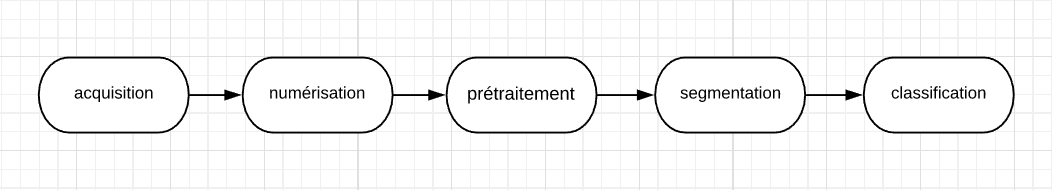
Bruit Un bruit (parasite) dans une image est considéré comme un phénomène de brusque variation de l’intensité d’un pixel par rapport à ses voisins, il provient de l’éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur

Histogramme L’histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d’une image est une fonction qui donne la fréquence d’apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l’image

 Niveaux de gris Le niveau de gris est la valeur de l’intensité lumineuse en un point. La couleur du pixel peut prendre des valeurs allant du noir au blanc en passant par un nombre fini de niveaux intermédiaires car dans une image des niveaux de gris ou une image en couleurs un pixel peut adopter chaque valeur entre 0 et 255.

Représentation en couleur la représentation des couleurs s’effectue de la même manière que les images monochromes avec cependant quelques particularités. En effet, il faut tout d’abord choisir un modèle de représentation tel a que le modèle RVB est un système de codage informatique de couleur Pour chacune des couleurs primaires, la valeur s'exprime dans un intervalle entre 0 et le maximum, qui est soit 1 ou 100 %, soit 255 .

# Les etapes de traitement d’image :



- Figure 2 : Schéma général des étapes de traitement d’image-

# Aquisation

Les images numériques sont générées par un capteur électronique qui est excité par les la lumière. Par conséquent, une source de lumière doit briller sur une scène pour être capturés. Ensuite, la lumière est réfléchie par les objets de la scène et acquise par la suite par un capteur photosensible. Le matériau utilisé pour le capteur détermine l'onde lumineuse du spectre électromagnétique qui est capturé. La différence entre les différentes intensités de lumière détermine le contenu de l'image. La plus courante le type de capteur utilisé pour la capture d'images numériques est le dispositif à couplage de charge (Charged Coupled Devices) (CCD) qui sont construits à l'aide d'une matrice de photosites (éléments photosensibles). Chaque photosite génère une tension lorsqu'il est excité et il est enregistré sous forme de valeur. La combinaison de la localisation spatiale de l'élément photosensible et de son intensité est utilisée pour générer une matrice des intensités de l'image, où chaque est appelé pixel (élément d'image). [2]

# Pré-traitement d’images :

 Cette phase a lieu juste après l’acquisition des images et a pour objectif d’améliorer la qualité de l’image en vue de sa segmentation. Le temps de traitement (temps CPU)  il doit être le plus petit possible. Ceci implique que les opérateurs qu’ils doivent intervenir sur un nombre limité de pixels et essentiellement sur des pixels dans le voisinage proche du pixel courant. Les techniques de pré-traitements les plus courantes qu’on va présenter sont:

# Modification d’histogramme :

Supposons que l’on ne puisse discerner que très peu de détails dans une image. La raison la plus probable est que les pixels qui représentent différents objets ou différentes parties d’un objet ont un niveau de gris très proche et cela nécessite une modification d’histogramme

# Debruitage

Le bruit est un défaut d'image spécifique au numérique. Il existe deux types de [bruit numérique](https://www.linternaute.com/photo_numerique/retouche-photo/1261891-bruit-numerique-definition-comment-eviter-corriger/) : le **bruit de luminance** et le **bruit de chrominance**. Le premier se traduit par des pixels gris plus ou moins clairs, le second par des points colorés rouges, verts et bleus. Cet artéfact apparait principalement dans les zones sombres et détériore la qualité et la netteté de l'image. **Les outils d'atténuation ou de réduction du bruit** permettent de le diminuer, sans pour autant le supprimer complètement.

# Segmentation d’image :

la segmentation d’image a pour objectif d’étiqueter les différent objet présents dans une image selon plusieurs critères dépendamment de l’application visee généralement les critères utiliser sont l’homogénéité des niveau de gris de la couleur du mouvement ou encore de la texture il n’exite pas de méthode ideale permettant de segmenter une large variete d’image cela esr du a la grandes variabilité des images ainsi que la complexité du problème de la segmentation

# Méthode de segmentation :

A base de seuillage : cette méthode consiste à comparer le niveau de gris de chaque pixel xi de l’image avec un seuil global fixe T (par exemple 127). On note bi la nouvelle valeur du pixel, le seuillage est donné par l’expression suivante : bi= 255 si xi T et bi = 0 si xi <T

A base contour : Les méthodes basées sur les contours sont en fait assez minoritaires lorsque le but est de partitionner complètement l'image. Elles présentent l'intérêt de se baser sur une information de taille réduite (liste de contours). À partir d’une carte de contours essayer de détecter des contours fermés pour constituer des régions. Cette étape se résout avec différentes techniques selon le souhait ou non d'employer une heuristique de détection ou de se restreindre à des formes spécifiques. On trouvera ainsi des approches par parcours de graphes, suivi des contours, programmation dynamique). a base région : Ces méthodes vont partir de l'intégralité des informations de l'image pour dégager des régions selon un critère d'homogénéité donné. Dans ce type d’approche, on trouve les méthodes spatiales basées sur la construction de régions, les méthodes de classifications de pixels basées sur le regroupement des pixels selon le critère d'homogénéité seul (la position des pixels n'est pas prise en compte) et les méthodes hybrides qui combinent ces deux approches).

# Méthode bayésienne

Pour but de classification, on utilise la méthode bayésienne, qui fonctionne en incluant un évènement dans l'image pour construire les modèles sur la base de certains événements qui est en outre utilisé pour la distribution des classes de pixels dans l'image. Il existe des nombreux chemins qui sont impliqués dans cette méthode comme le MRF (Markov RandomChamp) et élaboration des attentes.

# A base Classification

La méthode de classification est utilisée pour classer les données. Cette méthode utilise les données qui ont leurs étiquettes communes pour diviser la zone caractéristique de l'image. Ou bien nous pouvons dire que la classification des images se fait en construisant une zone caractéristique à partir de l'image. De plus, cette zone ou région caractéristique est subdivisée en régions distinctes.

# Classification supervisée

Dans un premier temps, un classifieur est appris à l’aide de données dont on connait la classe (les données sont étiquetées et les classes préalablement définies). L’algorithme d’apprentissage doit alors, à partir de ces exemples, extraire la procédure de classification. Soit extraire une règle générale à partir de données observées on parle aussi de phase d’apprentissage. En second lieu le système doit étiqueter lui-même les nouvelles données à partir du modèle préalablement construit on parle aussi de phase de test. Il est parfois plus intéressant pour certaines données d’assigner une probabilité d’appartenance à chacune des classes déjà déterminées, plutôt de la classer dans une seule classe on parle alors d’apprentissage supervisé probabiliste

# Classification non supervisée

À la différence de l’apprentissage supervisé les exemples ne sont pas étiquetés et les classes ne sont pas préalablement déterminées, l’algorithme doit pouvoir lui-même établir une structure pour ces données ,en d’autres termes il doit pouvoir lui-même créer les classes à partir d’un calcul de similarité entre ces exemples pour ensuite classer de nouvelles données ,si la classification est probabiliste c’est-à-dire assigner une probabilité d’appartenance à chacune des classes, plutôt de classer catégoriquement on parle alors de soft clustering .

# Fuzzy C-Means (FCM) : (juste après la section de segmentation)

Fuzzy C-means Ou C-moyennes floue, introduit par Dunn, J. C. en 1973 dans « A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters.», puis amélioré par Bezdek, James C. en 1981 dans « *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms.* », est un algorithme de classification non-supervisée largement utilisée dans la segmentation d’image, qui se base sur la logique floue.

**Les ensembles flous (fuzzy set) :** est une théorie qui a vu le jour en 1965 grâce a L.A.ZADEH. Cette théorie suggère qu’un objet n’appartient pas a un ensemble d’une façon absolue mais avec un certain degré d’appartenance. Un ensemble flou est donc caractérisé par une fonction d’appartenance qui attribue à chaque objet de l’ensemble un degré qui varie dans l’intervalle [0,1].

contrairement aux méthodes de segmentation classique, tel que K-means qui est est un algorithme de clustering non-supervisé qui devise un ensemble de donné en K clusters d’ou l’appartenance d’un point a une partition est binaire, FCM part du principe que chaque point appartient à tous les clusters, et ceci avec un degré d’appartenance qui varié dans l’intervalle [0,1].

Chaque cluster est caractérisé par son centre, un centre qui est calculer à chaque itération par :

Avec :

* M  : Le degré de flou 1 < m < ∞.
* : Le degré d’appartenance de la donnée j au cluster i.
* N  : Le nombre de données.
* : La i-emme donnée.
* : Le j-emme cluster.

Les degrés d’appartenance sont calculés par :

Avec :

c : Le nombre de cluster.

Et L’algorithme a pour but de minimiser la fonction objective suivante :

- Il est aussi important de noter que m est un réel supérieur a 1 et qui tend vers l’infini, plus m est grand, plus l’ensemble est flou ce qui mène à un chevauchement entre les clusters.

## L’algorithme Fuzzy C-Means :

* fixées les valeurs pour le nombre de groupes (clusters) C, le degré d'ambiguïté > 1 et l'erreur.
* Initialiser aléatoirement les centres des clusters
* k←1
* répéter
* Calculer la matrice d’apartenancs U(k)en utilisant les centre (k-1)i :
* Calculer, le nombre de centres de vecteurs with
* Mètre a jour

* Arrêter si
* Retourner les centres de clusters et les degrés d’appartenance

# Les métaheuristique :

Métaheuristiques, est un terme composé de deux mots grecs, “μετά” ou Méta qui se traduit en “au-delà”, mais dans notre cas son sens se rapprocherait plus de « haut niveau « ; et “εὑρίσκειν / ou heuriskein” heuristique qui signifie trouver/chercher. Les métaheuristiques sont un cadre algorithmique que mets en avant des stratégies et des règles de base visant à aider et guider le développement d’algorithmes d’optimisation heuristique. Il faut aussi noter que L’implémentation d’un algorithme d’optimisation heuristique à un problème spécifique en suivant les stratégies et règles de base mis en place par un cadre méta heuristique est aussi considéré une métaheuristique.

Les méthodes d’optimisation désignées par le cadre d’une métaheuristique, aussi communément appelées les algorithmes métaheuristique, sont des méthodes approchées, non exacte (comme leur nom le suggère) qui ont pour objectif de trouver des solutions viables dans un lapse de temps réduit. C’est pour cela que ces méthodes surpassent les méthodes traditionnelles (exactes), surtout quand il s’agit de problème compliqué ; en effet, les métaheuristique ont tendance à offrir un meilleur équilibre entre la qualité des solutions proposées et le temps de calcul nécessaire pour les trouver.

 Il faut aussi souligner que les métaheuristique sont beaucoup plus flexible que les méthodes exactes, en premier lieu, dû au fait que les cadres métaheuristique se présentent d’une façon générale, les algorithmes issus de ces derniers peuvent être adapté à différents problèmes dans différentes situations de la vie réelle. En second lieu, Les Métaheuristiques n’exigent aucune formulation spécifique du problème (elle est indépendante de ce dernier). Mais ceci dit, cette flexibilité a tout naturellement un prix, et ce dernier se manifeste dans la nécessité d’adaptation constante du problème pour assurer l’obtention de bons résultats.

## Diversification et intensification :

La diversification et l’intensification sont Deux concepts très importants, notamment quand il s’agit d’optimisation Toutes les metaheuristiques s'appuient sur un équilibre entre l'intensification de la recherche et la diversification de celle-ci. Ce sont deux notions complémentaires qu’il faut équilibrer si on veut aboutir a de bons résultats, la non préservation de cet équilibre mènera à une convergence trop rapide vers des minima locaux au lieu d’un minima global.

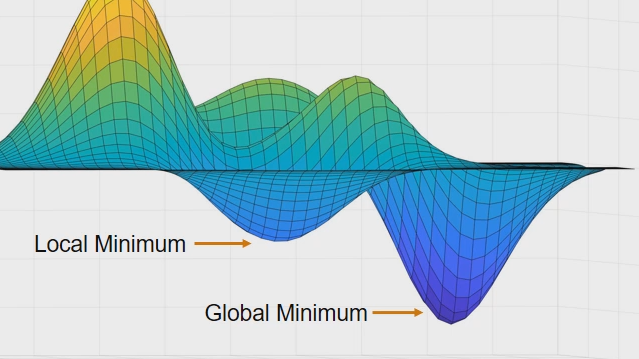
* **Diversification :** permet l’exploration d’une surface plus large de l’espace de solutions, ce qui aide à éviter les minima locaux.
* **Intensification :** On se basant sur les solutions déjà trouver, l’intensification permet de chercher de meilleures solutions.
* **Minima Local :** est la meilleure solution dans un sous ensemble de l’ensemble totale.
* **Minima Global :** est la meilleure solution dans tous l’ensemble.

Si on pose « S » comme étant l’ensemble totale, et « S’ » comme étant un sous ensemble de « S » on aura :

Le minima Global de la fonction f(x) est le point x’ tel que :

**f(x’) < f(x) pour ∀ x ∈ S**

Un minima local de la fonction f(x) est le point x’’ tel que :

 **f(x’’) < f(x) pour ∀ x ∈ S’**

## Les types des métaheuristiques :

Les algorithmes Métaheuristiques visent tous à trouver la meilleure solution réalisable dans l'ensemble de toutes les solutions pour un problème d'optimisation, mais leur base peut varier. C'est pour cela qu'on distingue trois classes de métaheuristiques fondamentales. Métaheuristiques à base de voisinages (recherche locale), métaheuristique constructive et métaheuristiques à base de population il aussi possible do combinait les différentes classes ce qui donne naissance aux métaheuristiques avancées aussi appelée "hybride", on va donner plus de détails sur chaque classe dans les sections qui suivent.

* + 1. Métaheuristiques à base de voisinages (recherche locale) :

C’est une classe qui regroupe des méthodes qui partage le même principe, à partir d'un point de départ x, on parcoure le voisinage De ce dernier a la recherche de solutions voisines à l'aide de déplacements successif, comme son nom l'indique, la plupart des méthodes qui appartiennent à cette classe se contente de parcourir le voisinage de La solution de départ. Ce qui mène, la plupart du temps, à une convergence rapide ver un minima local. Ceci dit, il y a des méthodes dans cette Class qui explore un espace plus large dans l'ensemble des solutions à l'aide des stratégies de diversification ce qui est plus efficace.

* + 1. Métaheuristique constructive :

Les métaheuristiques constructives sont des méthodes qui démarrent d’élément primaire (solutions) vide et qui construisent petit à petit une solution complète en ajoutant un élément après chaque itération

* + 1. Métaheuristiques à base de population :

c'est une classe de méthodes qui opèrent sur une population de solution et non pas sur une seule solution, ces Methods sont aussi appelé " evolutionary methods" car leur mécanisme de fonctionnement est similaire au mécanisme de l'évolution, car un algorithme métaheuristique à base de population va combiner entre les solutions et essayer d'hériter les bonnes caractéristiques des solutions pare tout en émergeant de nouvelles solutions, ce processus se répète plusieurs fois jusqu'à l'obtention du résultat souhaité ou la satisfaction de la condition d'arrêt.

* + 1. Métaheuristiques avancées :

Pour but de trouver de nouvelles méthodes d'optimisation, les chercheurs en pensaient à combiner différentes métaheuristiques, ce qui a permis de combler et de combler des failles et des points faibles dans certaines métaheuristiques. Ce qui a, à son tour contribué à l'obtention de meilleurs résultats. C’est ce qui a marquait l'apparition des métaheuristiques hybrides.

## Les metaheuristique utilisee

## BAT metaheuristique :

Les microbes utilisent un type de sonar, appelé écholocation, pour détecter les proies, éviter les obstacles et localiser les crevasses de leurs perchoirs dans l'obscurité. Ces chauves-souris émettent une impulsion sonore très forte et écoutent l'écho qui rebondit des objets environnants Des études montrent que les microbes utilisent le délai entre l'émission et la détection de l'écho, la différence de temps entre leurs deux oreilles et les variations de volume sonore des échos pour construire un scénario tridimensionnel de l'environnement. Ils peuvent détecter la distance et l'orientation de la cible, le type de proie, et même le déplacement la vitesse des proies telles que les petits insectes

Algorithme des chauves-souris (BA), basé sur ce comportement d'écholocation des chauves-souris.

Si l'on idéalise certaines des caractéristiques d'écholocation des microbes, on peut développer divers algorithmes inspirés par les chauves-souris Par souci de simplicité, nous utilisons les règles approximatives ou idéalisées suivantes :

1. Toutes les chauves-souris utilisent l'écholocation pour détecter la distance, et elles "savent" aussi la différence entre la nourriture/proie et les barrières de fond d'une manière magique ;

2. Les chauves-souris volent de manière aléatoire avec une vitesse Vi à la position Xi avec une fréquence fixe f min, en variante de la longueur d'onde λ et le volume sonore A0 pour rechercher une proie. Ils peuvent automatiquement régler la longueur d'onde (ou la fréquence) de leurs impulsions émises et ajuster le taux d'émission d'impulsions r ∈ [0,1], en fonction de la proximité de leur cible ;

3. Bien que l'intensité sonore puisse varier dans de nombreuses manières, nous supposons que l'intensité sonore varie d’A0 (positif) a une valeur minimale constante A min.

## Pseudo code de bat :

* Fonction objectif f (x), x = (x1, ...,xd)T
* Initialiser la population de chauves-souris xi (i = 1,2, ...,n) et vi
* Définir la fréquence d'impulsion fi à xi et le taux d’impulsion ri et l'intensité sonore Ai
* Tant que (t <nombre maximum d'itérations)
* Générer de nouvelles solutions en ajustant la fréquence, et la mise à jour des vitesses et des emplacements/solutions
* si (rand > ri)
* Choisir une solution parmi les meilleures
* Générer une solution locale autour de la meilleure solution retenue
* fin si
* Générer une nouvelle solution en volant au hasard avec
* si (rand < Ai & f (xi) < f (x∗))
* Accepter les nouvelles solutions
* Augmenter le ri et réduire l'Ai
* fin si
* Classer les chauves-souris et trouver les meilleures actuelles x∗
* Fin tant que
* Résultats du post-traitement et visualisation

Ou :

xi c’est la position , vi c’est la volecities

chaque chauve-souris se voit attribuer au hasard une fréquence qui est tirée uniformément de [fmin, fmax].

où ε ∈ [-1,1] est un nombre aléatoire, tandis que At =<Ati> est l'intensité sonore moyenne de toutes les chauves-souris à ce stade.

l'intensité sonore Ai et le taux ri d'émission d'impulsions doivent être actualisés au fur et à mesure des itérations. Comme l'intensité sonore diminue généralement une fois qu'une chauve-souris a trouvé sa proie, alors que le taux d'émission d'impulsions augmente, le volume sonore peut être choisi comme toute valeur de convenance.

On a où α et γ sont des constantes.

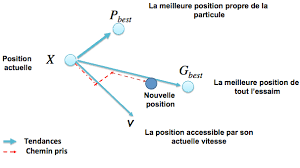
## PSO metaheuristique :

L’optimisation par essaim particulaire (OEP), ou Particle Swarm Optimization (PSO) en anglais, est un algorithme évolutionnaire qui utilise une population de solutions candidates pour développer une solution optimale au problème. Cet algorithme a été proposé par Russel Eberhart (ingénieur en électricité) et James Kennedy (socio-psychologue) en 1995 [Kenn 95]. Il s’inspire à l’origine du monde du vivant, plus précisément du comportement social des animaux évoluant en essaim, tels que les bancs de poissons et les vols groupés d’oiseaux. Les particules d’un même essaim communiquent entre elles tout au long de la recherche pour construire une solution au problème posé, et ce en s’appuyant sur leur expérience collective s. Chaque particule est considérée comme une solution du problème, où elle possède une position (le vecteur solution) et une vitesse. De plus, chaque particule possède une mémoire lui permettant de se souvenir de sa meilleure performance (en position et en valeur) Le déplacement d’une particule est influencé par les trois composantes suivantes :

1. Une composante d’inertie : la particule tend à suivre sa direction courante déplacement ;

2. Une composante cognitive : la particule tend à se diriger vers le meilleur site par lequel elle est déjà passée ;

3. Une composante sociale : la particule tend à se fier à l’expérience de ses congénères et, ainsi, à se diriger vers le meilleur site déjà atteint par ses voisins.



**- Déplacement d’une particule -**

## Pseudo code de PSO :

* Initialiser aléatoirement N particules : position et vitesse.
* Evaluer les positions des particules
* Pour chaque particule i, Pbesti = xi
* Calculer Gbest selon Gbest(t + 1) = arg f(Pbesti(t + 1)), 1 ≤ i ≤ N.
* 5 tant que le critère d’arrêt n’est pas satisfait faire ce que ça peut être sois L'amélioration non significative de la fonction objective ou bien fin de nombre d’itérations
* Déplacer les particules selon
* Evaluer les positions des particules selon :
* Mettre à jour Pbesti et Gbest selon :

Ou :

* X c'est la position de la particule.
* V c’est la vitesse de la particule.
* w est la masse volumique.
* pbest la meilleure position de la particule.
* gbest est la meilleure position globale de l'essaim.
* 1 rand, 2 rand et des valeurs comprises entre 0 et 1.
* c1,c2 sont des constantes positives qui déterminent respectivement l'impact de la meilleure solution personnelle et de la meilleure solution globale sur le processus de recherche.
* k est le numéro de l’itération.

## GAO metaheuristique :

Les sauterelles sont des insectes qui sont généralement observées individuellement dans la nature, elles se joignent à l'un des plus grands essaims de toutes , L'aspect de l'essaim de sauterelles intéressant est que le comportement de dispersion se retrouve aussi bien chez la nymphe que chez l'adulte . Des millions de nymphes de sauterelles sautent et se déplacent comme des cylindres qui roulent. Sur leur chemin, elles mangent presque toute la végétation. Après ce comportement, lorsqu'elles deviennent adultes, elles forment un essaim dans l'air. C'est ainsi que les sauterelles migrent sur de grandes distances. La principale caractéristique de l'essaim dans la phase de larve est le mouvement lent et les petits pas des sauterelles. En revanche, la caractéristique essentielle de l'essaim à l'âge adulte est la longue distance et le mouvement brusque. La recherche de sources de nourriture est une autre caractéristique importante de l'essaim de sauterelles. les algorithmes inspirés de la nature divisent logiquement la recherche en deux tendances : l'exploration et l'exploitation. Dans l'exploitation, les agents de recherche sont encouragés à se déplacer brusquement, alors qu'ils ont tendance à se déplacer localement pendant l'exploitation. Ces deux fonctions, ainsi que la recherche de cibles, sont assurées par des sauterelles naturelles. Par conséquent, si on modéliser mathématiquement ce comportement, on engendre un algorithme inspiré de la nature. Le modèle mathématique utilisé pour simuler le comportement d'essaimage des sauterelles est présenté comme suit:

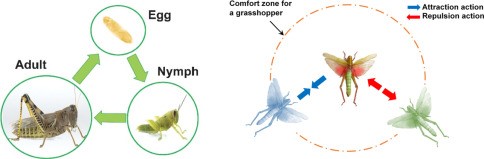
X i = S i + G i + A i

où X i définit la position de la i-ème sauterelle, S i est l'interaction so- ciale, G i est la force de gravité sur la i-ème sauterelle, et A i indique l'advection du vent. Puis pour obtenir un comportement aléatoire, l'équation peut être écrite comme suit :

X i =r 1 S i +r 2 G i +r 3 A i

où r 1, r 2 et r 3 sont des nombres aléatoires dans [0,1].

La fonction S qui montre son impact sur l'interaction sociale (attraction et répulsion) des sauterelles. La répulsion se produit dans un l'intervalle Lorsqu'une sauterelle se trouve loin par une distance hors de cette intervalle d'une autre sauterelle, il n'y a ni attraction ni répulsion. C'est ce qu'on appelle la zone de confort



- **Cycle de vie et modèle conceptuel des interactions entre les sauterelles et la zone de confort utilisant la fonction S -**

## Pseudo algorithme de GOA

* Initialiser les itérations cMax, cMin et Max.
* Initialiser une population de solutions Xi(i=1,2,...,n).
* Évaluer chaque solution dans la population.
* Définir la meilleure solution tant que t<Max Itérations faire
* Mettre à jour C en utilisant .
* pour chaque solution faire :
* Normaliser les distances entre les sauterelles dans [1, 4].
* Mettre à jour l'emplacement de la solution actuelle en utilisant l'équation :
* Ou :
* ub d est la limite supérieure de la dimension D th.
* lb d est la limite inférieure de la dimension D th .
* S La fonction qui définit les forces sociales  où f indique l'intensité de l'attraction et l est l'échelle de longueur attractive.
* est la valeur de la dimension D th dans la cible (meilleure solution trouvée jusqu'à présent).
* et c est un coefficient décroissant pour réduire la zone de confort, la zone de répulsion et la zone d'attraction.
* c’est vecteur unitaire de la ième sauterelle à la jième sauterelle.
* Ramener la sauterelle actuelle si elle dépasse les limites
* Mettre à jour T s'il existe une meilleure solution dans la population
* t=t+1
* retour T

# Problématique :

Dans ce PFE nous allons nous intéresser à l’un des défauts de l’algorithme de clustering Fuzzy C-Means ou C-moyenne flous (FCM). A la détermination des centres initiaux pour être plus exacte, car le choix de ces centres dans l’algorithme FCM se fait d’une manière aléatoire, et vu que le choix de ces centres à un impact sur les résultats finaux, une mauvaise initialisation mènera vers de mauvaises solutions.

# Conclusion :

Pour essayer de résoudre le problème des centres initiaux nous allons utiliser des méthodes approchées, c’est-à-dire des métaheuristiques. Dans ce PFE nous allons implémenter trois Métaheuristiques, et faire une étude comparative sur les résultats obtenus par chaque une.