

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrique  
Filière : Electronique  
Option : Télécommunications

Réf:.....

**Mémoire de Fin d'Etudes  
En vue de l'obtention du diplôme :**

**MASTER**

*Thème*

**Introduction de l'algorithme  
d'Optimisation par Essaim de Particules  
(pour un contrôle intelligent de circulation  
de dialysat de générateur d'hémodialyse)**

**Présenté par :**  
**Kateb Mohamed lamine**

**Devant le jury composé de :**

**M. BEN ELMIR Okba**

**MCB**

**Président**

**Dr. TOUMI Abida**

**MCB**

**Encadreur**

**M. ABDESSELAM Salim**

**MAA**

**Examineur**

**Année universitaire : 2013 / 2014**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrique

Filière : Electronique

Option : Télécommunications

Mémoire de Fin d'Etudes  
En vue de l'obtention du diplôme :

**MASTER**

*Thème*

Introduction de l'algorithme  
d'Optimisation par Essaim de Particules  
(pour un contrôle intelligent de circulation  
de dialysat de générateur d'hémodialyse)

Présenté par :

Kateb Mohamed lamine

Avis favorable de l'encadreur :

Dr. TOUMI Abida

signature

**Avis favorable du Président du Jury**

**M. BEN ELMIR Okba**

**Cachet et signature**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrique

Filière : Electronique

Option : Télécommunications

## *Thème*

**Introduction de l'algorithme  
d'Optimisation par Essaim de Particules  
(pour un contrôle intelligent de circulation  
de dialysat de générateur d'hémodialyse)**

**Présenté par : Kateb Mohamed lamine**

**Dirigé par : Dr. TOUMI Abida**

**Résumes** : Le domaine de l'intelligence artificielle permet de trouver les meilleures solutions

La sélection de l'algorithme est le meilleur vu les multiples utilisations qui nous ont donné les meilleurs résultats.

Le travail effectué nous a prouvé l'amélioration de la qualité pour donner les meilleurs résultats pour les fonctions expérimentaux et de contrôle de la température de liquide.

### **ملخص**

مجال الذكاء الصناعي يسمح بإيجاد الحلول وأفضلها وقد تعددت الخوارزميات.

إن اختيار خوارزمية سرب الطيور الامثل هي الأفضل والتي تتعدد استخداماتها من خلال العمل على إعطاء أفضل النتائج وتحسينها.

ولقد برهن لنا العمل المنجز ما مدى جودتها في التحسين والمتمثل في إعطاء أفضل النتائج للدوال التجريبية والتحكم في درجة حرارة المحلول .

# *Dédicace*

*Je dédie le fruit de mon travail :*

*A mes chers parents qu'ils m'ont aidés et supportés toute ma vie,*

*À ma chère maman pour ses sacrifices et ses efforts pendant toutes ces années,*

*À mon père qu'il n'est pas épargné aucun effort pour m'aider durant mes études, je supplie dieu de leur donner le bonheur et la santé.*

*À mes chers frères ; Khaled, Salah Eddine, Chems Eddine, Kamel, Baha Eddine, AbdERazzak et Abdemaola.*

*À toute ma cher famille ; ma grand-mère, ma grand-père, mes oncles, mes tantes, mes cousins, mes cousines.*

*À mon intime ami Salah.*

*À tous mes amis et mes collègues ; Ramzi, Salah, Bassit, Abdsamed, Aimen, Houssam, Saif, Nassir Saber, Farisse, Abdellah, Islam, Kada, Ahfaiad, Jaafar, Hammadi, Noura, Amel, Didi, ...*

*A tout qui me connue...*

*K. Mohamed lamine*

# *Remerciement*

*Avant tout, Je remercie, notre créateur ALLAH le tout puissants que nous a donné la force et la volonté pour terminer ce travail...*

*Je remercie mon encadreur ; Dr. TOUMI Abida son encouragement, sa disponibilité, ses orientations, ses conseils et pour le temps précieux qu'il m'a consacré durant l'année théorique et pour récolter le fruit de ce travail...*

*Je tiens à remercier aussi le M. BEN ELMIR Okba (président de jury) et le membre du jury M. ABDESSELAM Salim l'intérêt dont ils font preuve à notre égard pour lire ce mémoire et en assistant à ma soutenance.*

*Je remercier tous mes enseignants durant mon circuit scolaire.*

*Je remercie tous les personnes qu'ils ont facilité la réalisation de ce travail.*

*K. Mohamed lamine*

## Liste des tableaux

Tab.III.1 : Résultat de calcul : $f(x)=15*x-x^2$ sur Microsoft Excel.....	37
Tab.III.2 : Résultat de calcul $f_{Alpine}(x)$ sur Microsoft Excel.....	40

## Liste des Figures

Fig.I.1 : Schéma de principe du comportement des particules d'un essaim.....	7
Fig.I.2 : Le cercle virtuel pour un essaim.....	9
Fig.I.3 : Voisinage étoile.....	11
Fig.I.4 : Voisinage Anneau.....	11
Fig.I.5 : Voisinage rayon.....	12
Fig.I.6 : Algorithme 1 – Algorithme de base.....	13
Fig.I.7 : Algorithme 2 – Algorithme avec un voisinage en étoile.....	14
Fig.I.8 : Organigramme de la méthode PSO.....	17
Fig.II.1 : Système urinaire.....	21
Fig.II.2 : Néphron site dans un reins.....	22
Fig.II.3 : Composants du rein.....	23
Fig.II.4 : Principes de dialyse péritonéale(DP) .....	24
Fig.II.5 : Techniques de Transplantation rénale.....	25
Fig.II.6 : Techniques de L'hémodialyse(HD) .....	26
Fig.II.7 : Générateur de 'hémodialyse.....	26

Fig.II.8 : Schéma de principe de la dialyse .....	28
Fig.II.9 : Représentation schématique d'un dialyseur en plaques (A) et d'un dialyseur à fibres creuses ou capillaires (B). .....	28
Fig.II.10 : Préparation du dialysat .....	29
Fig.II.11 : Circulation de Dialysat d'hémodialyse.....	30
Fig.II.12 : Détecteur de fuite de sang .....	31
Fig. II.13 Générateurs d'hémodialyse.....	32
Fig.III.1 : Organigramme s'amplifie de l'algorithme PSO.....	35
Fig.III.2 :Caractéristique de l'ordinateur.....	36
Fig.III.3 : Tracé de la fonction F(X) sur Microsoft Excel.....	38
Fig.III.4 : Tracé de la fonction $f(x)=15*x-x^2$ .....	38
Fig.III.5 : Calcule de la meilleure solution par PSO pour $\max (f(x)=(15*x-x^2))$ .....	39
Fig.III.6 : Résultat de calcule P_best et g_best sur command Window de MATLAB.....	39
Fig.III.7 : Courbe 3D de la fonction Alpine.....	40
Fig.III.8 : Fonction alpine sur Microsoft Excel (en 2D).....	41
Fig.III.9 : Tracé de la fonction Alpine(en 2D).....	41



Fig.III.10 : Calcule de la meilleure solution par PSO pour min( Alpine).....	42
Fig.III.11 : Résultat de calcule $P\_best$ et $g\_best$ sur command Window de MATLAB.....	42
Fig.III.12 : Courbe 3D de la fonction Rastrigin.....	43
Fig.III.13: Tracé de la fonction Rastrigin (en 2D).....	43
Fig.III.14 : Calcule de la meilleure solution par PSO pour min(Rastrigin).....	44
Fig.III.15 : Résultat de calcule $P_{best}$ et $g_{bes}$ sur command Window de MATLAB.....	44
Fig.III.16 : Courbe 3D de la fonction Rosenbrock.....	45
Fig.III.17: Tracé de la fonction Rosenbrock (en 2D).....	45
Fig.III.18 : Amélioration la fonction Rosenbrock.....	46
Fig.III.19: Résultat de calcule $P_{best}$ et $g_{best}$ sur command Window de MATLAB.....	46
Fig.III.20 : Schéma simple de la boucle de contrôle de la température.....	47
Fig.III.21 : Circuit électrique simplifié de la température.....	48
Fig.III.22 : Système de commande de la température de dialysat.....	49
Fig.III.23 : Simulation de la fonction de Transfert de circuit de chauffage.....	50
Fig.III.24 : Simulation de système en boucle ouverte.....	51
Fig.III.25 : Réponse circuit boucles ouvert .....	51
Fig.III.26 : Simulation de system en boucles ferme.....	52
Fig.III.27 : Réponse circuit boucles ferme.....	52

Fig.III.28 : Simulation de system en boucles ferme (avec PID proposé).....53

Fig.III.29 : Réponse circuit boucles ferme (avec PID proposé).....53

Fig.III.30 : Simulation de system en boucles ferme (avec PSO)( repention=2 itiraition=2).....54

Fig.III.31 : Réponse boucles ferme (avec PSO).....54

Fig.III.32 : Configuration Pour température 40.....55

Fig.III.33 : Calcule le  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  de PID par PSO.....55

Fig.III.34 : Réponse boucles ferme (avec PSO) (repention=2 itération=2).....55

Fig.III.35 : Réponse boucles ferme (avec PSO) ( repention=5 itération=5).....56

Fig.III.36 : Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=10 itération=10).....56

Fig.III.37 : Réponse boucles ferme (avec PSO) ( repention=10 itération=25).....57

Fig.III.38 : Réponse boucles ferme (avec PSO) ( repention=20 itération=20).....57

## Liste des abréviations

$w$	Poids d'inertie			
$v$	Les vitesses de la particule			
$x(t)$	Position de la particule			
$P_{best}$	Meilleure position de la particule en question			
$g_{best}$	Le meilleur et le statut de l'individu $i$ dans un essaim			
$C_1$	Facteur d'accélération liée à $P_{best}$			
$C_2$	Facteur d'accélération liée à $g_{best}$			
$r_1$ et $r_2$	Deux études randomisées			
$N$	Nombre de particules			
$\rho$	Valeur aléatoire positive			
$D$	La dimension			
$\Phi$	Un facteur d'inertie			
ASIN	Analog	Signal	Input	
ASOT	Analog	Signal	Output	
NPTS	Negative	temperature	Transducer	Signal
TECA	Temperature	Control		

## Résumé

Le domaine de l'intelligence artificielle permet de trouver les meilleures solutions et a de nombreux algorithmes

Le choix d'un algorithme d'Optimisation par essaims particulaires est l'un des meilleurs algorithmes à usages multiples et de travailler à l'amélioration.

L'algorithme nous a montré comment notre amélioration de la qualité en contrôlant la température de la solution et non pas seulement d'améliorer la suffisance a contribué à donner les meilleurs résultats

### ملخص

إن مجال الذكاء الصناعي يسمح بإيجاد الحلول وأفضلها وقد تعددت الخوارزميات

إن اختيار خوارزمية سرب الطيور الامثل هي من أفضل الخوارزميات التي تتعدد استخداماتها والتي تعمل في التحسين.

وقد برهنت لنا الخوارزمية لنا ما مدى جودتها في التحسين من خلال التحكم في درجة حرارة المحلول وعدم اكتفاء بتحسين فقط فقد ساهمت في اعطاء أفضل النتائج

### Abstract

The field of artificial intelligence allows you to find the best solutions and many algorithm

The choice of an optimization algorithm particle swarm is one of the best algorithms versatile and work for improvement.

The algorithm showed us how our quality improvement by controlling the temperature of the solution, not only to improve the adequacy helped give the best results

## I.1.Introduction

### L'essaim de particules et Intelligence Collective

La conception de l'intelligence artificielle: il est de résoudre des problèmes complexes, et cela dépend aussi de la vitesse de résolution de problèmes complexes, même si des problèmes ont souvent un grand nombre de solutions possibles, et que de ces solutions de mauvaises solutions et des solutions acceptables et quelques bonnes solutions ou mieux que le reste des solutions c'est ce que nous fait demander beaucoup de questions comment un programme d'ordinateur pour trouver la meilleure option parmi toutes les solutions.

L'optimisation par essaim de particules est parmi les programmes avancés dans le monde de l'intelligence, qui est basé sur des animaux sociaux.

Optimisation par essaim de particules a été introduit par Kennedy et Eberhart (1995) . Il a des racines dans la simulation des comportements sociaux en utilisant des outils et des idées tirées de l'infographie et de la recherche en psychologie sociale.

Dans le domaine de l'infographie, les premiers antécédents de l'optimisation par essaim de particules remontent aux travaux de Reeves (1983) , qui a proposé des systèmes de particules pour modéliser des objets qui sont dynamiques et ne peuvent pas être facilement représentés par des polygones ou des surfaces . Sont des exemples de ces objets feu, la fumée, l'eau et les nuages .

Dans ces systèmes, les particules sont indépendantes les unes des autres et leurs mouvements sont régis par un ensemble de règles. Quelques années plus tard, Reynolds (1987) ont utilisé un système de particules pour simuler le comportement collectif d'un vol d'oiseaux. Dans le même genre de simulation, Heppner et Grenander (1990) inclus un perchoir qui était attractif pour les oiseaux simulés. Les deux modèles inspirés de l'ensemble des règles qui ont été utilisées par la suite dans l'algorithme original d'optimisation par essaim de particules.

Les recherches en psychologie sociale, en particulier la théorie dynamique de l'impact social (Nowak , Szamrej & Latané , 1990) , est une autre source d'inspiration dans le développement de la première optimisation algorithme essaim de particules ( Kennedy , 2006) . Les règles qui régissent le mouvement des particules dans l'espace de la recherche d'un problème peuvent aussi être vues comme un modèle de comportement social humain dans lequel les individus ajustent leurs croyances et attitudes pour se conformer à ceux de leurs pairs (Kennedy & Eberhart, 1995) [1].

La méthode s'inspire du comportement social des animaux évoluant en essaim. Les différentes particules d'un essaim communiquent directement avec leurs voisines et construisent ainsi une solution à un problème, en s'appuyant sur leur expérience collective.

## I.2. Description informelle

L'essaim de particules correspond à une population d'agents simples, appelés particules. 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) et de la meilleure performance atteinte par les particules « voisines » (informatrices) .

Elle combine linéairement trois informations [2]: [21]

- sa vitesse actuelle
- sa meilleure performance
- la meilleure performance de ses voisines (ses informatrices) [3].

chaque particule dispose en effet d'un groupe d'informatrices, historiquement appelé son Voisinage.

Un essaim de particules, qui sont des solutions potentielles au problème d'optimisation, « Survole » l'espace de recherche, à la recherche de l'optimum global. Le déplacement d'une particule est influencé par les trois composantes (parfois appelés coefficients de confiance, qui pondèrent trois tendances) [2]. [21]

- 1. Une composante d'inertie** : la particule tend à suivre sa direction courante de 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.

La stratégie de déplacement d'une particule est illustrée dans la Fig. I.1

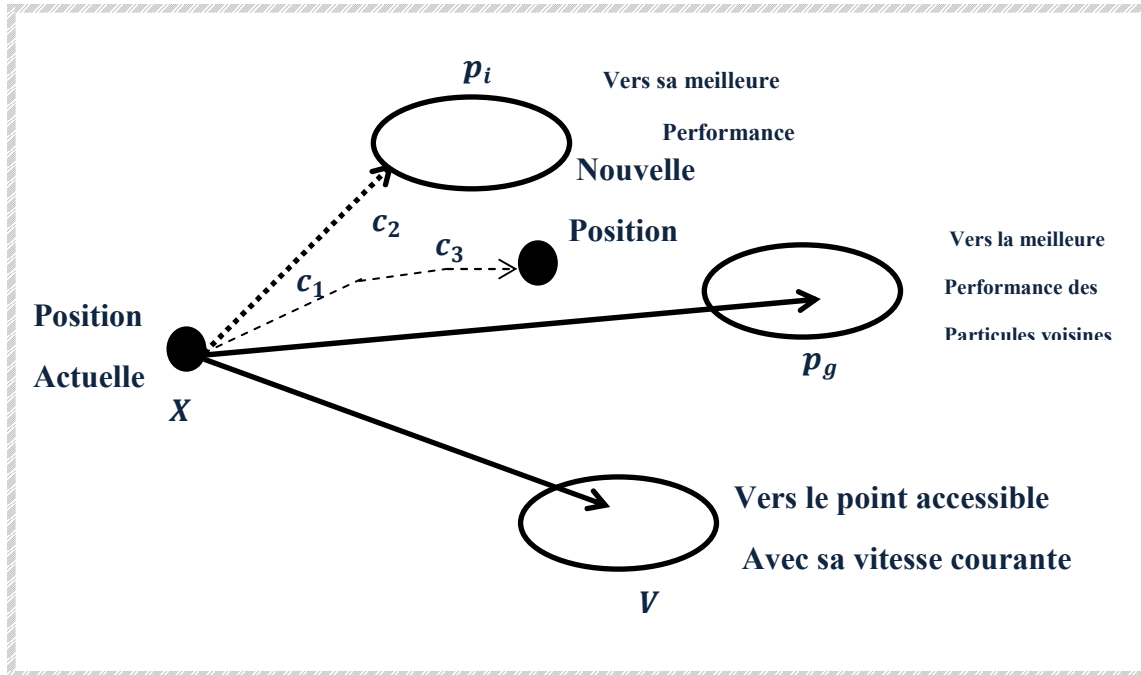


Fig.I.1 : Schéma de principe du comportement des particules d'un essaim

Bas d'algorithme PSO[3]

- Équation 1

$$v(t + 1) = w * v(t) + C_1 * r_1 * (P_{best} - x(t)) + C_2 * r_2 * (g_{best} - x(t)) \dots (I.1)$$

- Équation 2

$$x(t + 1) = x(t) + v(t + 1) \dots \dots \dots (I.2)$$

- $w$  = poids d'inertie
- $v(t)$  et  $v(t + 1)$  sont les vitesses de la particule aux itérations  $t$  et  $t + 1$
- $x(t) :=$  position de la particule (solution candidate)

- $P_{best}$  := meilleure position de la particule en question
- $g_{best}$  := Le meilleur et le statut dans un essaim
- $C_1$  := Facteur d'accélération liée à  $P_{best}$  (Habituellement, nous prenons est égale à la valeur de 2)
- $C_2$  := Facteur d'accélération liée à  $g_{best}$  (Habituellement, nous le prenons égale à la valeur de 2)
- $r_1$  et  $r_2$  := Deux valeur randomisées entre les deux valeurs qui méritent d'

### I.3. Initialisation

- **Première étape**, on initialise l'essaim de particules dans l'espace de recherche. On peut soit le faire de manière aléatoire (ce qui n'est pas forcément si simple selon la forme de l'espace de recherche), soit de manière régulière, en particulier sur la frontière. En général, le plus efficace est une combinaison des deux.
- **Deuxième étape**, on initialise également les vitesses, de manière aléatoire. On suppose pour l'instant que l'essaim est de taille constante. Il s'agit donc également d'un paramètre du modèle, à définir. Ensuite, pour chaque particule, on définit son voisinage. Il y a deux grandes méthodes. Soit un voisinage géographique, qui doit être recalculé à chaque pas de temps, et qui suppose l'existence d'une distance dans l'espace de recherche, soit un voisinage « social » défini une fois pour toutes.

C'est le voisinage social qui est le plus utilisé, pour plusieurs raisons :

- il est plus simple à programmer,
- il est moins coûteux en temps calcul,
- de toutes façons, en cas de convergence, un voisinage social tend à devenir un voisinage Géographique.

Les équations complètes du mouvement d'une particule peuvent alors s'écrire ainsi.

La nouvelle vitesse est calculée comme combinaison linéaire de trois éléments, comme vu equation (I.1), puis appliquée à la position courante pour donner la nouvelle position.

L'exposé en détail sur le voisinage et la géographie plus tard les étapes peuvent être résumées

1 Particule = 1 solution du problème d'optimisation.

Pour chaque particule :

1. Fixer sa position au hasard dans l'espace de recherche.
2. Fixer sa vitesse au hasard.



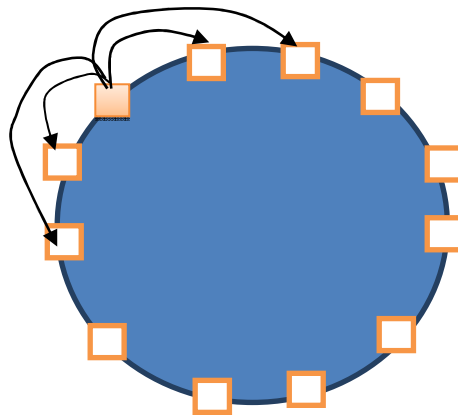
3. Définir son voisinage :

- géographique (distance), et donc dynamique.
- social, et donc fixe[3]

#### I.4. Définition du voisinage.

- **Géographique**
  - Nécessite une notion de distance.
  - Doit être mis à jour à chaque déplacement donc dynamique.
- **Social**
  - Fixé une fois pour toute à l'initialisation.

Fixé une fois pour toute à l'initialisation sur un cercle virtuel. En fait converge vers un voisinage géographique. [4]



**Fig.I.2** : Le cercle virtuel pour un essaim[4]

On suppose toutes les particules disposées (symboliquement) en cercle et, pour la particule étudiée, on inclut progressivement dans ses informatrices, d'abord elle-même, puis les plus proches à sa droite et à sa gauche, de façon à atteindre le total requis. Il y a bien sûr de nombreuses variantes, y compris celle consistant à choisir les informatrices au hasard. Mais celle-ci est à la fois simple et efficace.

Une fois la meilleure informatrice détectée, la modification de la vitesse est une simple combinaison linéaire de trois tendances. A l'aide de coefficients de confiance :

- La tendance «aventureuse», consistant à continuer selon la vitesse actuelle.
- La tendance «conservatrice», ramenant plus ou moins vers la meilleure position déjà trouvée.
- La tendance «panurgisme», orientant approximativement vers la meilleure informatrice.

Les termes « plus ou moins » ou « approximativement » font référence au fait que le hasard joue un rôle, grâce à une modification aléatoire limitée des coefficients de confiance, ce qui favorise l'exploration de l'espace de recherche.

La figure I.2 présente un schéma de principe résumant les explications ci-dessus. Naturellement, pour pouvoir être programmé, tout ceci est formalisé dans des équations de mouvement [4].

### I.5. caractéristique (ou avantages) des PSO

Inspiré par les interactions sociales ou les déplacements d'un groupe d'animaux.- Pour chaque particule :

- Persistance : durée de vie « illimitée ».
- Capacités de mémorisation de son état propre :
  - ✓ court terme.
  - ✓ long terme.
- Coopérer plutôt que concurrencer.
- Chacun est producteur et consommateur d'information.
- Capacité de perception de son environnement proche :
  - ✓ au sens géographique.
  - ✓ au sens social.
- Pas de mécanisme de sélection :
  - ✓ Une particule même actuellement médiocre est conservée.
  - ✓ elle permettra peut-être le succès futur du fait qu'elle « sort de sentiers battus ».
  - ✓ Chacune est « teacher et learner »- Équation

### I.6. Configuration de la méthode

#### I.6.1 Nombre de particules :

Nombre de particules allouées à la résolution du problème dépend essentiellement de deux paramètres :

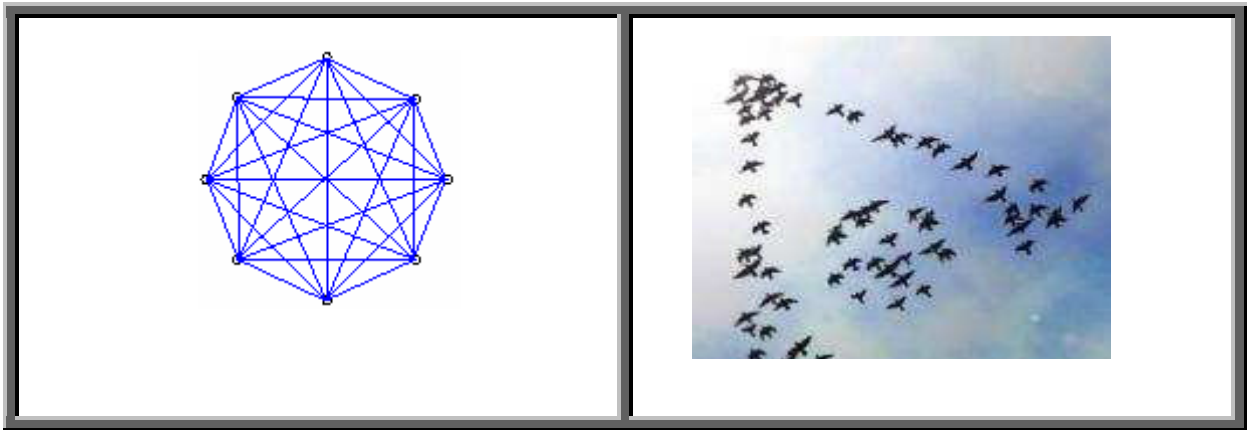
La taille de l'espace de recherche et le rapport entre les capacités de calcul de la machine et le temps maximum de recherche.

Il n'y a pas de règle pour déterminer ce paramètre, faire de nombreux essais permet de se doter de l'expérience nécessaire à l'appréhension de ce paramètre [5].

### I.6.2 Topologie du voisinage :

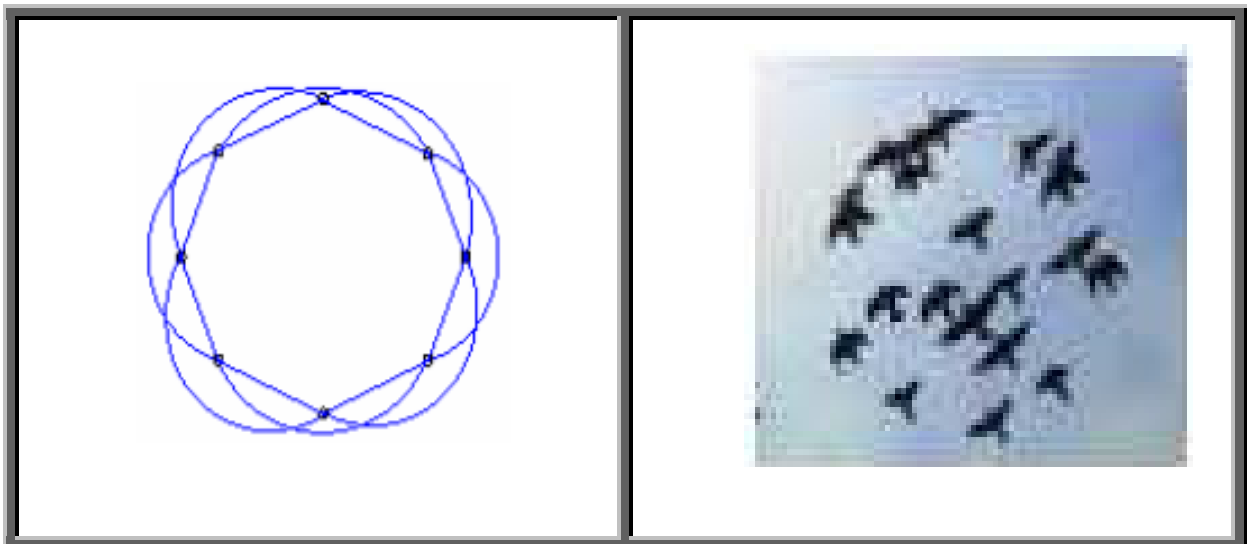
La topologie du voisinage défini avec qui chacune des particules va pouvoir communiquer. Il existe de nombreuses combinaisons dont les suivantes sont les plus utilisées :

a) topologie en étoile : chaque particule est reliée à toutes les autres, ie. L'optimum du voisinage est l'optimum global[5] .



**Fig.I. 3 :** Voisinage étoile

b) topologie en anneau : chaque particule est reliée à n particules (en général,  $n = 3$ ), c'est la topologie la plus utilisée ;



**Fig.I. 4 :** Voisinage Anneau

c) topologie en rayon : les particules ne communiquent qu'avec une seule particule centrale ;

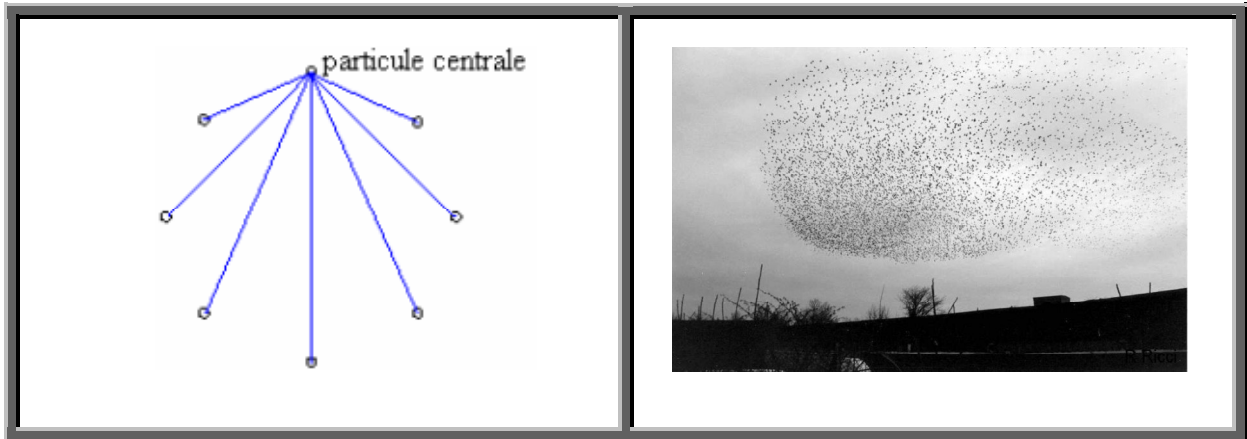


Fig.I.5 : Voisinage rayon

### I.7. l'algorithme PSO

Chaque particule représente une solution potentielle dans l'espace de recherche.

La nouvelle position d'une particule est déterminée en fonction de sa propre valeur et celle de ses voisines. Soit  $\vec{x}_i(t)$  la position de la particule  $P_i$  au temps  $t$ , sa position est modifiée en ajoutant une vitesse  $\vec{v}_i(t)$  à son position courant :  $\vec{x}_i(t) = \vec{x}_i(t-1) + \vec{v}_i(t) \dots$  (I.2)

La vitesse de chaque particule est mise à jour suivant l'équation suivante :

$$v_i(t+1) = \omega v_i(t) + c_1 r_1 [x_{pi}(t) - x_i(t)] + c_2 r_2 [g(t) - x_i(t)] \dots \dots \dots \text{(I.3)}$$

$v_i(t)$  est la vitesse de particule  $i$  à l'instant  $t$  et  $x_i(t)$  est la position de particule  $i$  à l'instant  $t$ , les paramètres  $w$ ,  $c_1$ , et  $c_2$  ( $0 \leq w \leq 1.2$ ,  $0 \leq c_1 \leq 2$ , et  $0 \leq c_2 \leq 2$ ) sont des coefficients constants fixés par l'utilisateur,  $r_1$  et  $r_2$  sont des nombres aléatoires tirés à chaque itération,  $g(t)$  est la meilleure solution trouvée jusqu'à l'instant  $t$  et  $x_{pi}(t)$  est la meilleure solution trouvée par la particule  $i$ . C'est le vecteur vitesse qui dirige le processus de recherche et reflète la "sociabilité" des particules[6].

[Les variables et paramètres de l'algorithme]

$N$  Nombre de particules

$\vec{x}_i$  Position de la particule  $P_i$

$\vec{v}_i$  vitesse de la particule  $P_i$

$pbest_i$  Meilleure fitness obtenue pour la particule  $P_i$

$\vec{x}_{pbest_i}$  Position de la particule  $P_i$  pour la meilleure fitness

$\rho$  Valeur aléatoire positive

[-----]

[Initialisations]

Initialiser aléatoirement la population

...

[Traitement]

Répéter

**Pour**  $i$  de 1 à  $N$  faire

**Si**  $(F(\vec{x}_i) > pbest_i)$  **Alors**

$pbest_i \leftarrow F(\vec{x}_i)$

$\vec{x}_{pbest_i} \leftarrow \vec{x}_i$

**Fin Si**

$\vec{v}_i \leftarrow \vec{v}_i + \rho(\vec{x}_{pbest_i} - \vec{x}_i)$

$\vec{x}_i \leftarrow \vec{x}_i + \vec{v}_i$

**Fin Pour**

**jusqu'à ce que** (le processus converge)

Fig.I.6 : Algorithme 1 – Algorithme de base

[Les variables et paramètres de l'algorithme]

$N$  Nombre de particules

$\vec{x}_i$  Position de la particule  $P_i$

$\vec{v}_i$  vitesse de la particule  $P_i$

$pbest_i$  Meilleure fitness obtenue pour la particule  $P_i$

$\vec{x}_{pbest_i}$  Position de la particule  $P_i$  pour la meilleure fitness

$\vec{x}_{gbest_i}$  position de la particule ayant la meilleure fitness de toutes

$\rho_1, \rho_2$  Valeurs aléatoires positives

[-----]

[Initialisations]

Initialiser aléatoirement la population

...

[Traitement]

**Répéter**

**Pour  $i$  de 1 à  $N$  faire**

**Si**  $(F(\vec{x}_i) > pbest_i)$  **Alors**

$pbest_i \leftarrow F(\vec{x}_i)$

$\vec{x}_{pbest_i} \leftarrow \vec{x}_i$

**Fin Si**

**Si**  $(F(\vec{x}_i(t)) > gbest_i)$  **Alors**

$gbest \leftarrow F(\vec{x}_i)$

$\vec{x}_{gbest} \leftarrow \vec{x}_i$

**Fin Si**

**Fin Pour**

**Pour  $i$  de 1 à  $N$  faire**

$\vec{v}_i \leftarrow \vec{v}_i + \rho_1(\vec{x}_{pbest_i} - \vec{x}_i) + \rho_2(\vec{x}_{gbest_i} - \vec{x}_i)$

$\vec{x}_i \leftarrow \vec{x}_i + \vec{v}_i$

**Fin Pour**

**Jusqu'à ce que** (le processus converge)

Fig.I.7 : Algorithme 2 – Algorithme avec un voisinage en étoile

La variation de la vitesse est proportionnelle à l'éloignement d'une solution par rapport à la solution globale.

Les variables aléatoires  $\rho_1$  et  $\rho_2$  peuvent être définies de la façon suivante :

$$\begin{cases} \rho_1 = r_1 c_1 \\ \rho_2 = r_2 c_2 \end{cases}$$

$r_1$  et  $r_2$  suivent une loi uniforme sur  $[0..1]$  et  $c_1$  et  $c_2$  sont constantes et représentent une accélération positive, avec  $c_1 + c_2 < 4$ .

Le critère de convergence peut être un nombre fixe d'itérations, suivant la fitness ou bien la variation lorsqu'elle tend vers 0.

### I.7.1. Paramètres de l'algorithme

1. La dimension du problème.
2. Le nombre de particules.
3. Les valeurs des coefficients  $\rho$ .
4. La taille du voisinage.
5. La vitesse maximale.
6. L'inertie.

La vitesse peut être limitée par une vitesse maximale  $V_{max}$  et une vitesse minimale  $V_{min}$  pour éviter que les particules se déplacent trop rapidement ou trop lentement d'une région à une autre dans l'espace de recherche.

Un facteur d'inertie  $\Phi$  peut être appliqué à la vitesse Pour contrôler l'influence de celle-ci.

### I.7.2. Vitesse maximale

Pour éviter que les particules se déplacent trop rapidement d'une région à une Autre dans l'espace de recherche, on fixe une vitesse maximale  $V_{max}$ . Ainsi si  $v_{ij}(t)$  Est la vitesse de la particule  $P_i$  au temps  $t$  dans la dimension  $j$  :

$$v_{ij}(t) = v_{max} \text{ si } v_{ij}(t) > v_{max} \text{ et } v_{ij}(t) = -v_{max} \text{ si } v_{ij}(t) < -v_{max}$$

$V_{max}$  est généralement dépendant de l'échelle du problème.  $V_{max}$  N'est pas obligatoire si on utilise un coefficient de constriction (resserrement) :

$$v_i(t) = k \left( \vec{v}_i(t-1) + \rho_1 (\vec{x}_{pbest_i} - \vec{x}_i(t)) + \rho_2 (\vec{x}_{gbest_i} - \vec{x}_i(t)) \right)$$

$$\text{avec } k = 1 - \frac{1}{\rho} + \frac{\sqrt{|\rho^2 - 4\rho|}}{2} \text{ et } \rho = \rho_1 + \rho_2 > 4$$

## I.8.L'organigramme de principe de la méthode des essais particulaires :

### I.8.1 Principe de fonctionnement :

Comme on a dit précédemment, la population dans PSO s'appelle un essaim, dont chaque individu s'appelle particule. Le mouvement des particules est influencé non seulement par l'expérience précédente de chaque particule (la meilleure position qu'elle a déjà trouvée), mais également par une contrainte sociale de se déplacer vers la meilleure position trouvée par ses voisins.

Pour mettre en application ces comportements, chaque particule est définie par sa position et sa vitesse dans l'espace de recherche. Dans chaque itération, des changements résultants des deux influences de la trajectoire des particules sont faits à sa vitesse.

La position des particules est alors mise à jour en conséquence à la vitesse calculée. Les variantes principales de PSO et le modèle culturel derrière elles sont en détail discutés. Dans le mouvement des particules est fait de telle manière qu'il leur permet de trouver incrémentalement de meilleures solutions.

Ce qui conduit principalement un algorithme de PSO, est l'interaction sociale entre ses particules.

Les particules dans un essaim partagent leur connaissance l'une avec l'autre spécifiquement quant à la qualité des solutions qu'elles ont trouvées aux points spécifiques dans l'espace de recherche.

La meilleure solution découverte par une particule est désignée sous le nom de "*la meilleure solution personnelle*".

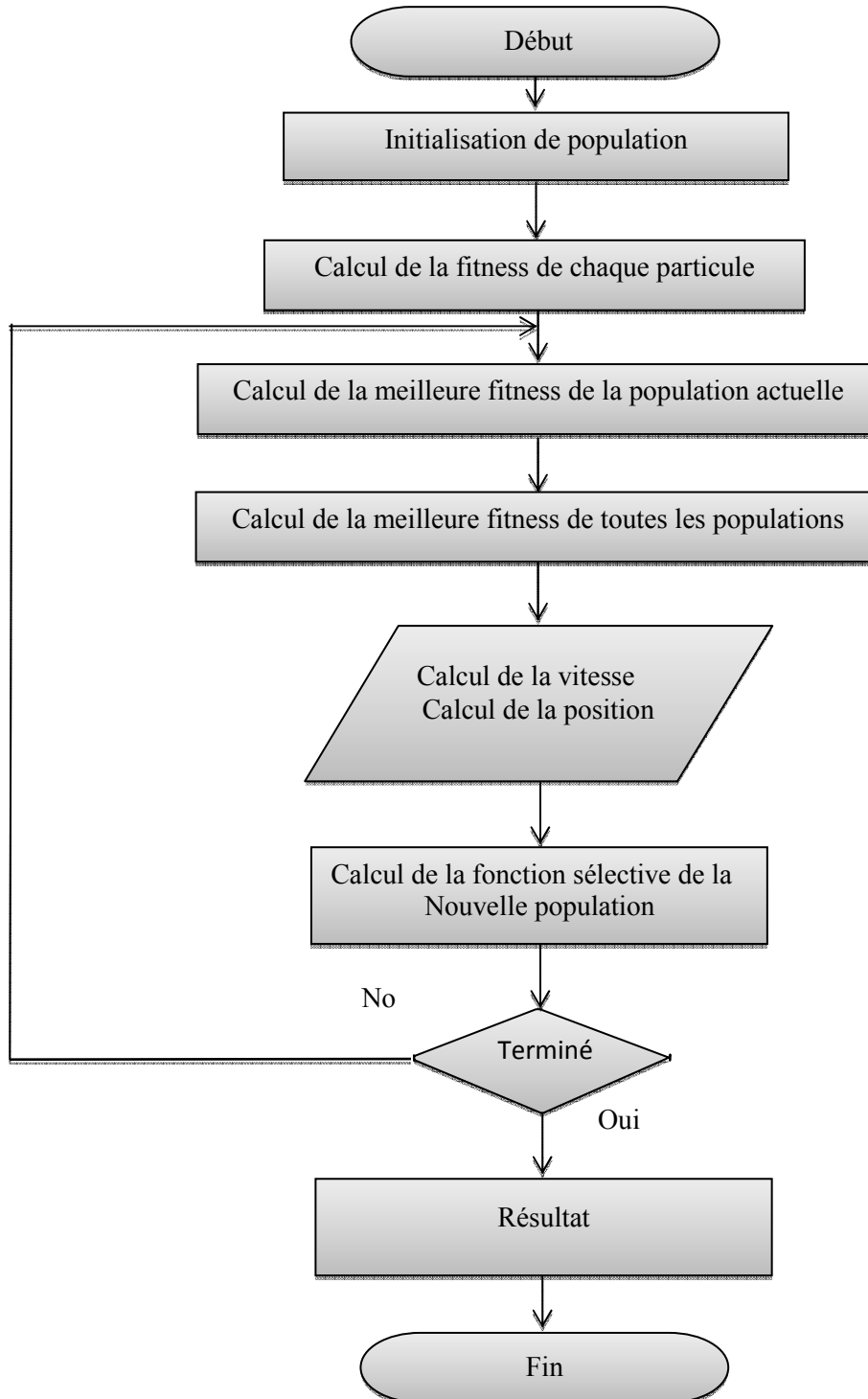
Les particules se déplacent alors vers d'autres meilleures solutions personnelles en utilisant certaines vitesses, afin d'essayer de découvrir des solutions améliorées. La position de chaque particule, dans l'espace multidimensionnel de recherche, sera représentée dans l'équation par un vecteur  $X$  (où chaque dimension représente un paramètre dans la fonction objective).

La vitesse de chaque particule est représentée par un vecteur  $V$ , et elle permet de mettre à jour la position de la particule dans chaque itération.

La particule se déplace dans l'espace de recherche en ajoutant la valeur de la vitesse à sa position.

$V$  Détermine la trajectoire des particules et dépend de deux paramètres pour chaque particule  $i$  : Voler vers sa meilleure position précédente et voler vers la meilleure position précédente de ses voisins[7].



**I.8.2. Schéma de principe de l'algorithme PSO :****Fig.I.8 :** Organigramme de la méthode PSO [7].

## I.9. Conclusion

L'évolution du domaine de l'intelligence artificielle a introduit plusieurs changements dans le monde ce qui lui a permis un développement rapide. Ce dernier nous a obligés de le suivre et d'avoir profit. Cette culture, qui doit son importance à deux facteurs principaux : la précision et la vitesse, nous a poussés à utiliser l'optimisation par essaim de particules, parce qu'il possède les meilleurs atouts qui permettent non seulement à trouver des solutions aux nombreux problèmes complexes mais aussi cherche à fournir les meilleures solutions.

### III.1 Introduction :

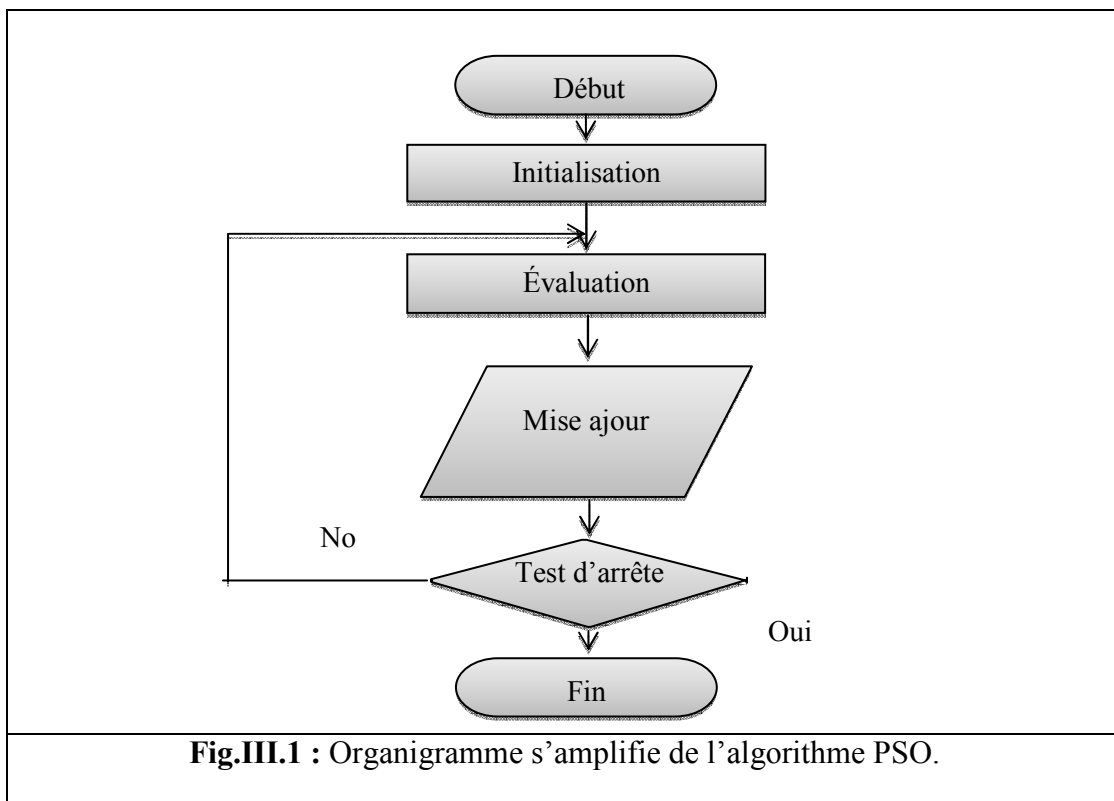
Dans le domaine de l'intelligence artificielle, plusieurs algorithmes basés sur des phénomènes naturels et biologiques ont été conçus. L'algorithme PSO est l'un des plus importants dans la résolution de nombreux problèmes d'optimisation à travers laquelle nous avons suggéré de le simuler et programmer sur MATLAB. Non seulement on a travaillé sur des simulations de cet algorithme, mais on a proposé son application dans le contrôle de la température de dialysat dans le générateur d'hémodialyse.

### III.2 Algorithme d'optimisation par essaim de particules

L'optimisation par essaim particulière (OEP) est une technique, qui s'inspire du comportement social des animaux lorsqu'ils se déplacent en essaim. L'algorithme utilise la collaboration entre des agents simples pour tenter de localiser l'optimum dans un espace de recherche. On entend par là que chaque particule utilise non seulement sa propre expérience, mais aussi l'expérience globale de l'essaim de particules.

Cette méthode, qui est relativement récente, s'est avérée compétitive vis-à-vis de méthodes déjà éprouvées et elle est actuellement en plein essor.

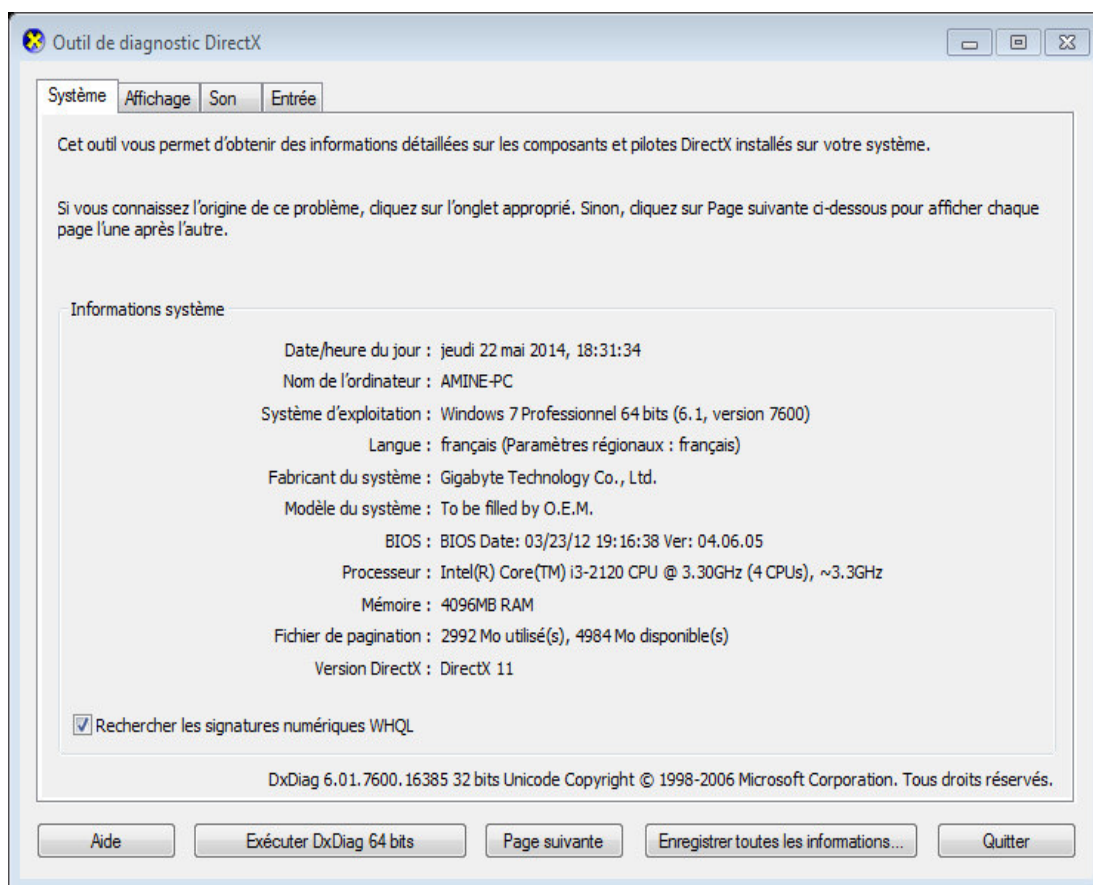
Nous devons appliquer cet algorithme dans le logiciel MATLAB, qui est l'une des meilleures plates-formes de programmation scientifique dans le monde, Ce qui permet de donner de bons résultats.



### Logiciel MATLAB :

MATLAB (« *matrix laboratory* ») est un langage de programmation de quatrième génération et un environnement de développement ; il est utilisé à des fins de calcul numérique. Développé par la société The Math Works, MATLAB permet de manipuler des matrices, d'afficher des courbes et des données, de mettre en œuvre des algorithmes, de créer des interfaces utilisateurs, et peut s'interfacer avec d'autres langages comme le C, C++, Java, et Fortran. Les utilisateurs de MATLAB (environ un million en 2004<sup>1</sup>) sont de milieux très différents comme l'ingénierie, les sciences et l'économie dans un contexte aussi bien industriel que pour la recherche. Matlab peut s'utiliser seul ou bien avec des *toolbox* (« boîte à outils »).

### Test ordinateur :



**Fig.III.2** : caractéristique de l'ordinateur

### III.3. Tests de l'algorithme PSO :

Après l'implémentation de l'algorithme PSO sous MATLAB, nous avons suggéré de faire des expérimentations pour vérifier l'efficacité du programme de travail, qui a été programmé pour optimiser des fonctions.

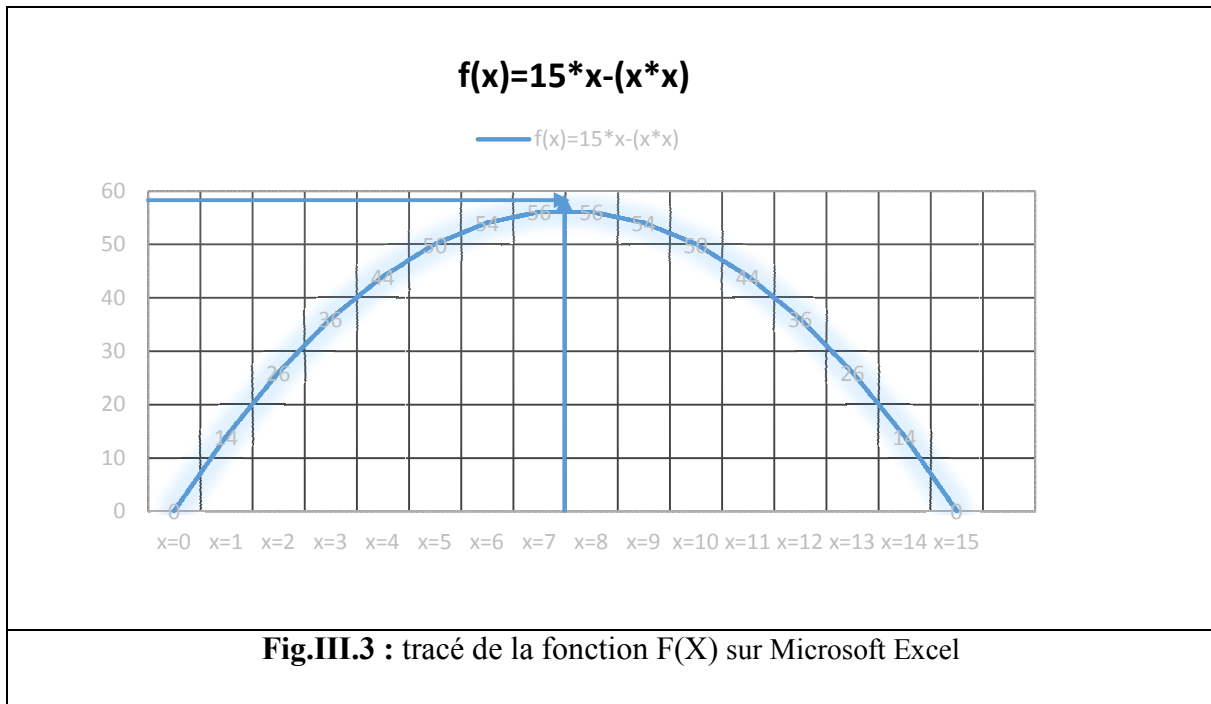
On a choisis quelques fonctions tests connues dans le domaine d'optimisation qui ont des solutions vérifiables et connues, afin de vérifier le travail du programme en question, et s'il est doué à donner des résultats fiables.

#### III.3.1 Test en maximisation de fonction :

##### III.3.1.a. Fonction : $f(x)=15*x-x^2$ :

$X$	$F(X)$
1	14
2	26
3	36
4	44
5	50
6	54
7	56
8	56
9	54
10	50
11	44
12	36
13	26
14	14
15	0

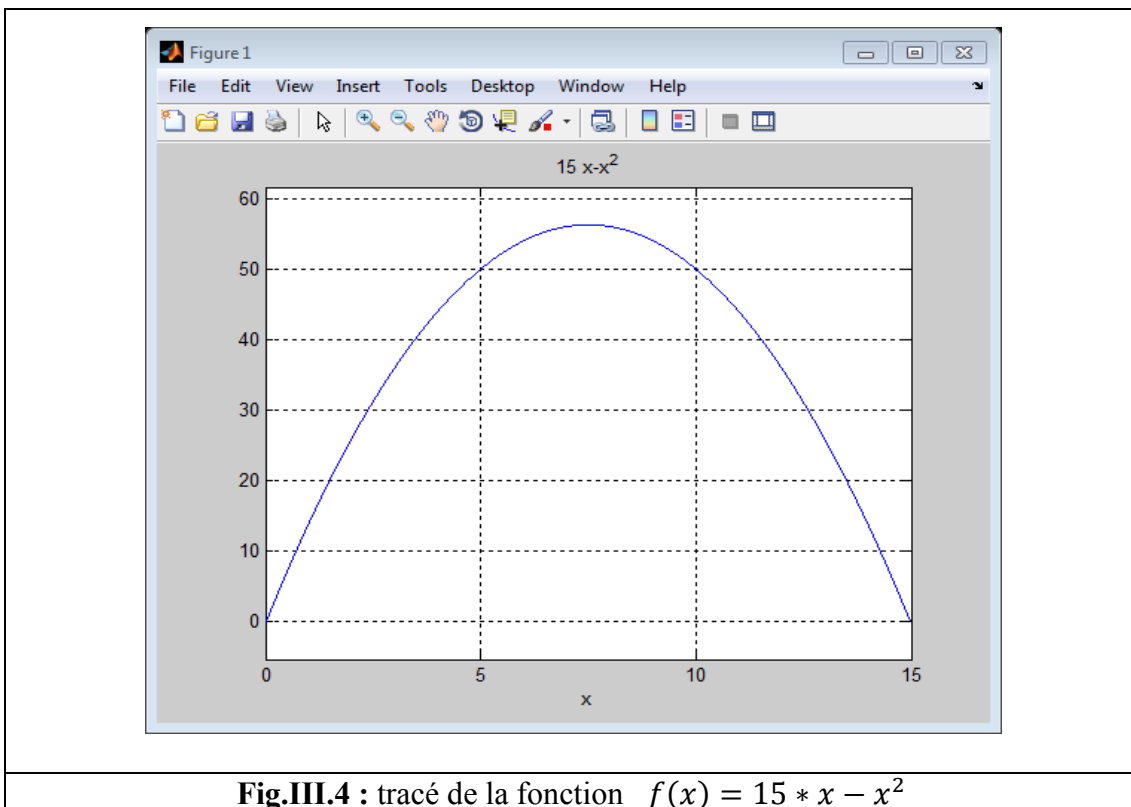
**Tab.III.1** : résultat de calcul :  $f(x)=15*x-x^2$  sur Microsoft Excel



On remarque d’après la courbe que la valeur maximale de la fonction test est limitée dans le domaine[7,8].

**III.3.1.b. Test de la fonction par PSO sous MATLAB :**

**III.3.1.b.1. Pour calculer la valeur maximale :**



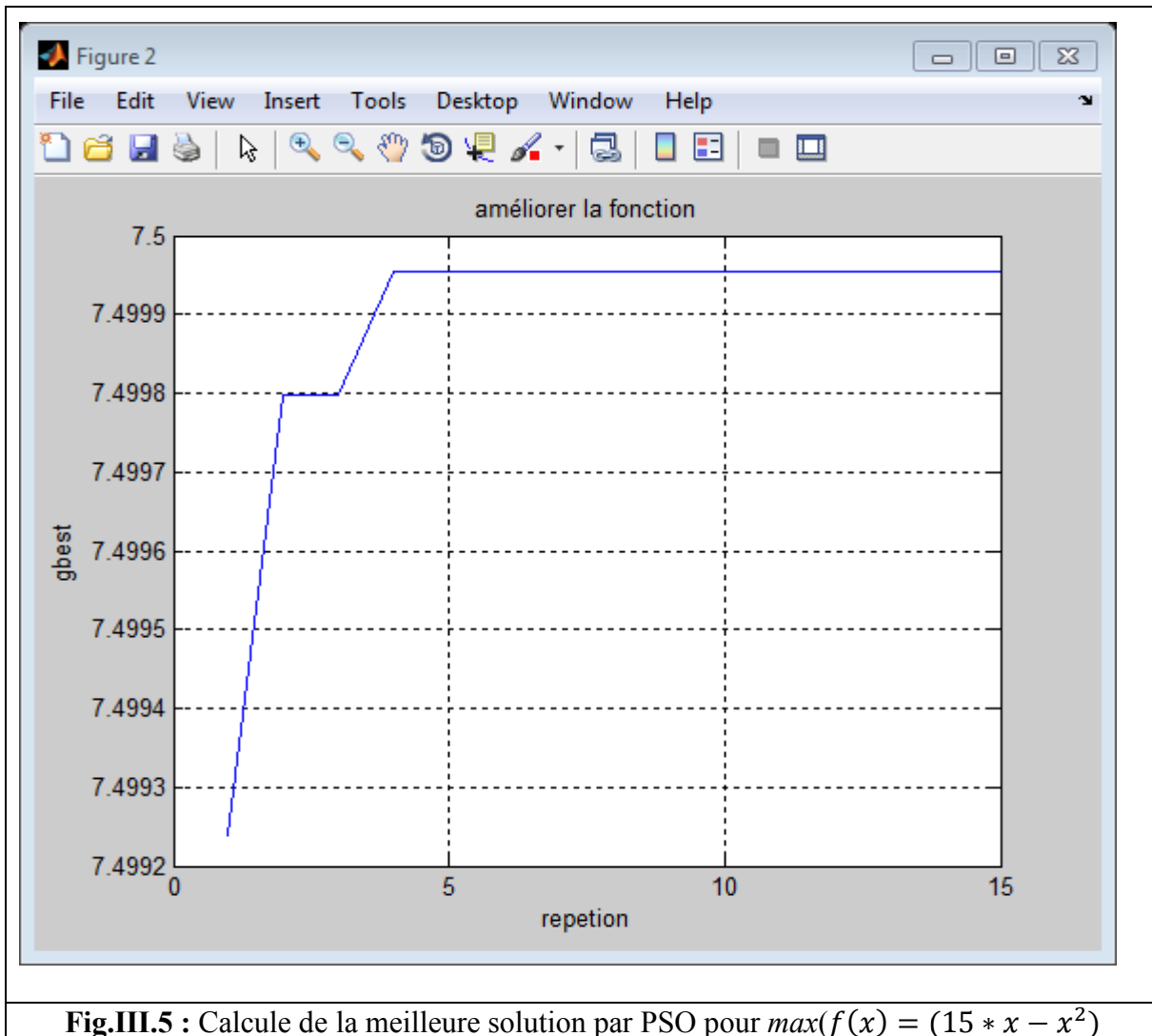


Fig.III.5 : Calcul de la meilleure solution par PSO pour  $\max(f(x) = (15 * x - x^2))$

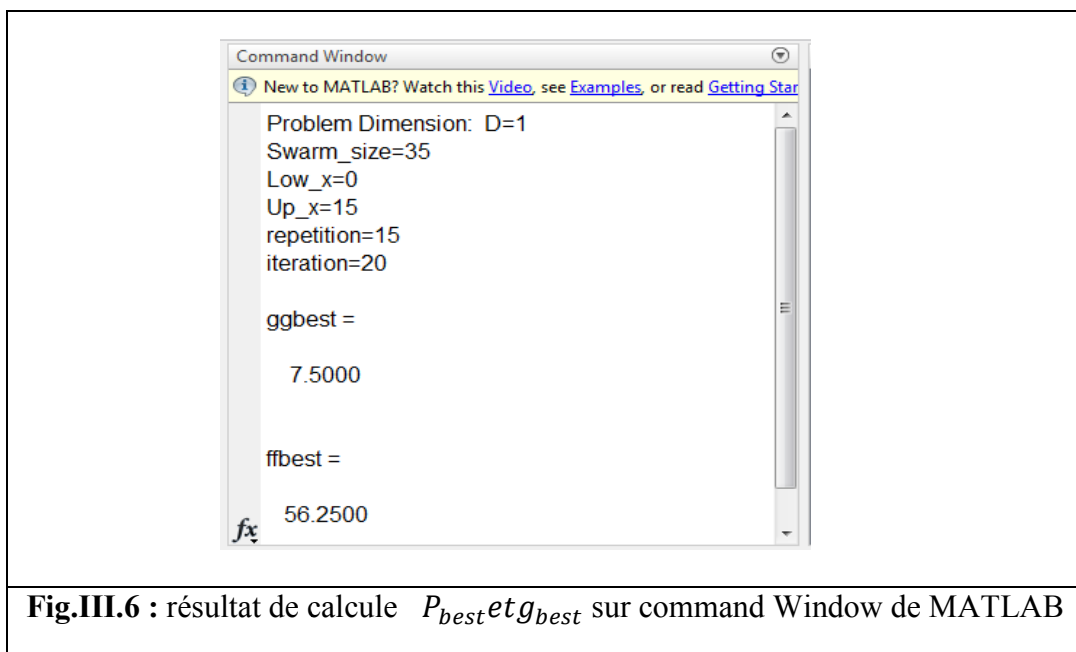
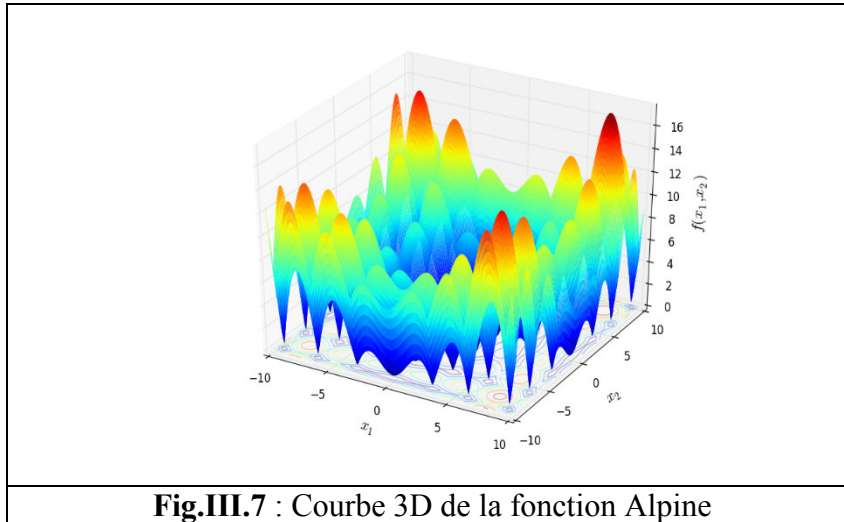


Fig.III.6 : résultat de calcul  $P_{best}$  et  $g_{best}$  sur command Window de MATLAB

### III.3.2 Tests en minimisation de fonctions :

#### III.3.2.a La fonction Alpine:

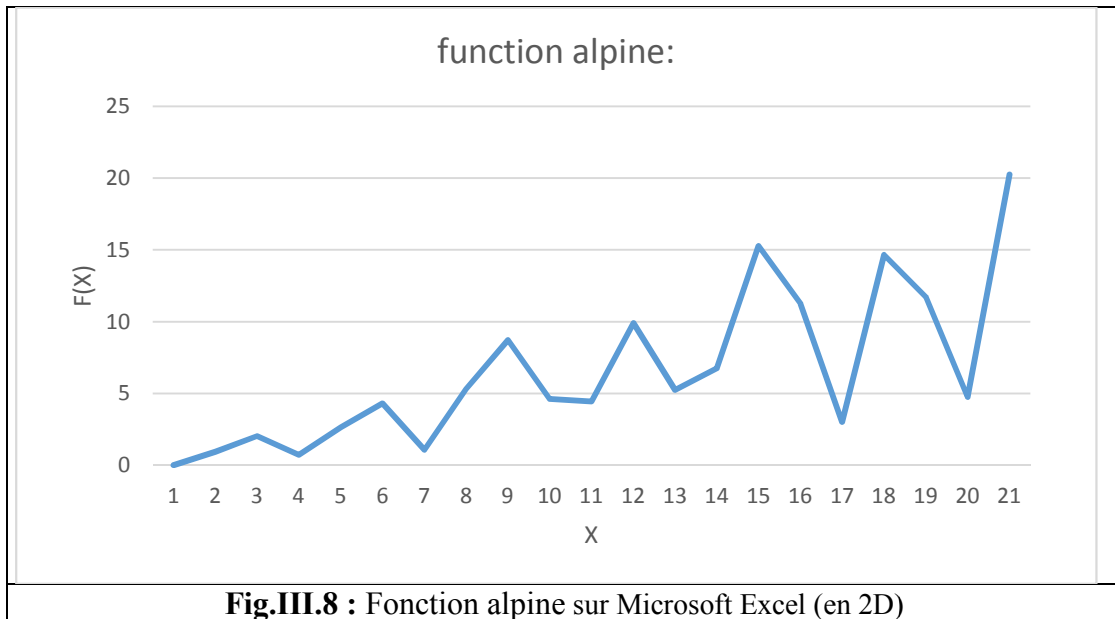
$$f_{Alpine}(x) = \sum_{i=1}^n |x_i \sin(x_i)| + 0.1|x_i| \quad \text{Minimum global: } f(x^*) = 0, \text{ at } x^* = (0, \dots, 0)$$



X	F(X)
0	0
1	0,941470985
2	2,018594854
3	0,723360024
4	2,627209981
5	4,294621373
6	1,076492989
7	5,298906191
8	8,714865973
9	4,609066367
10	4,440211109
11	9,899892272
12	5,238875016
13	6,762171479
14	15,26850298
15	11,2543176
16	3,006453067
17	14,64375736
18	11,71777044
19	4,747666984
20	20,25890501

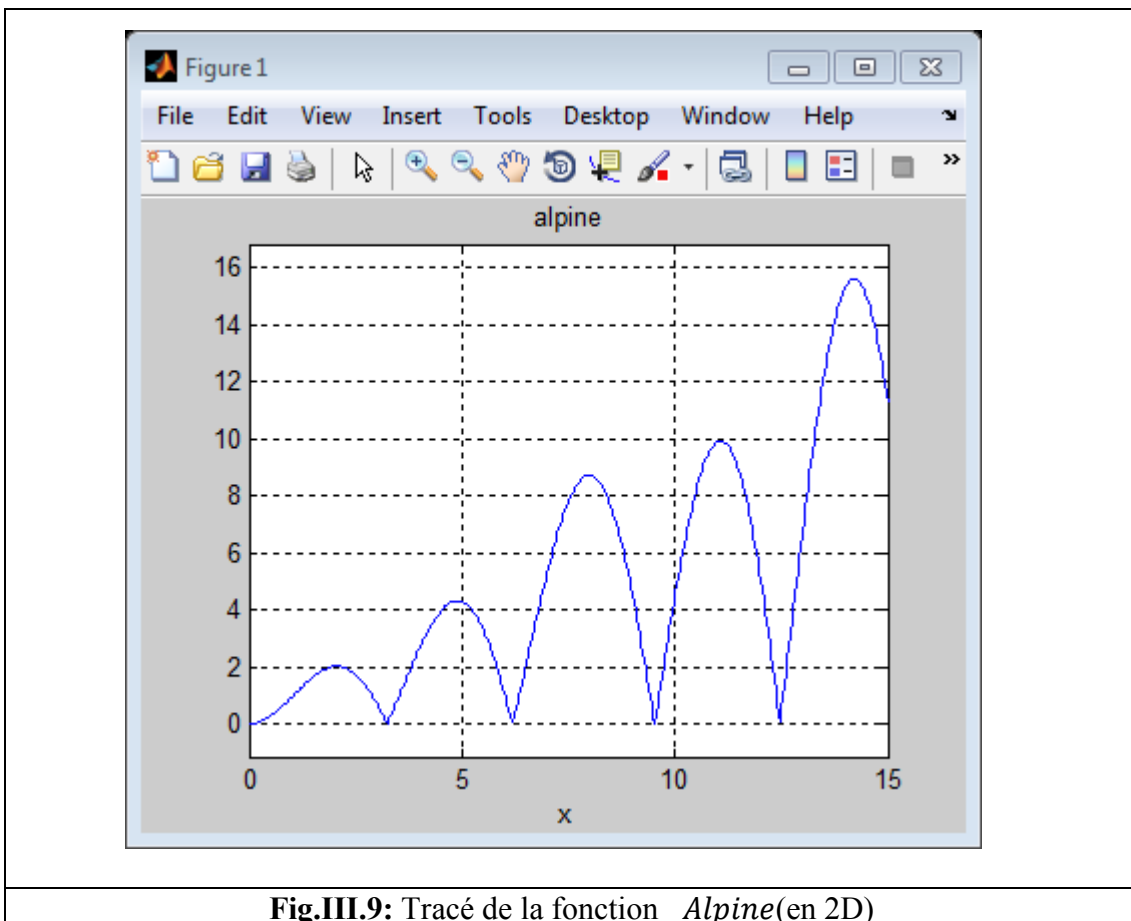
**Tab.III.2** : Résultat de calcul de  $f_{Alpine}(x)$  sur Microsoft Excel



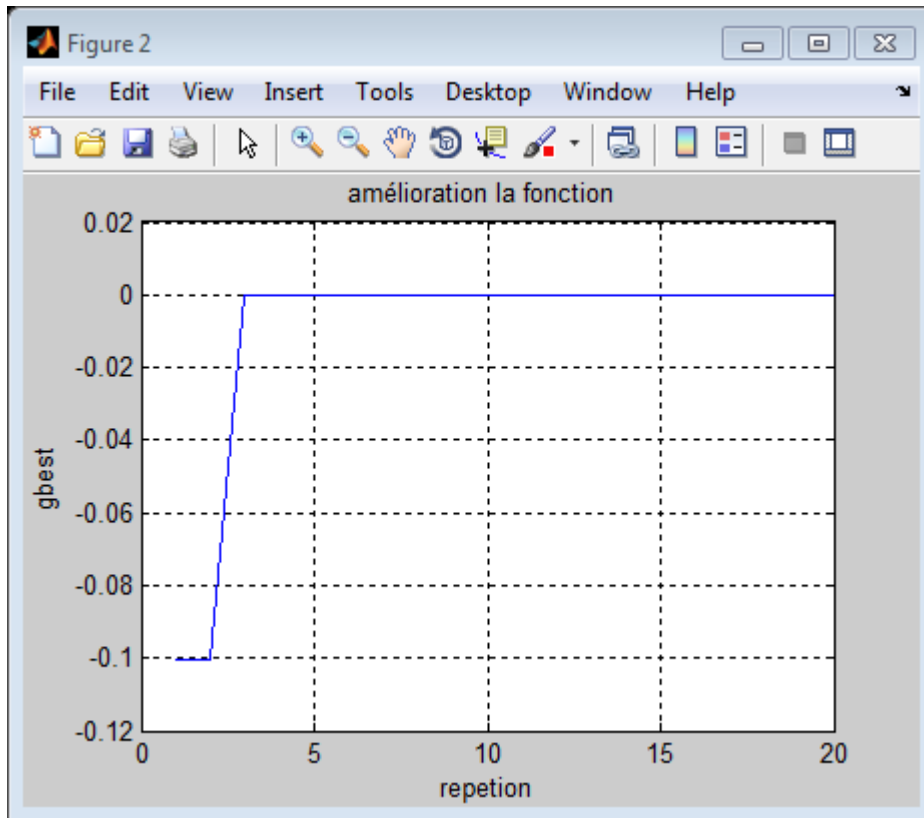


**Fig.III.8 :** Fonction alpine sur Microsoft Excel (en 2D)

**Test de la fonction Alpine sous MATLAB:**



**Fig.III.9:** Tracé de la fonction *Alpine*(en 2D)



**Fig.III.10** : Calcule de la meilleure solution par PSO pour  $\min(\text{Alpine})$

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Star
Swarm_size=35
Low_x=0
Up_x=15
repetition=20
iteration=15

ggbest =

    3.1237e-06

ffbest =

    3.1238e-07

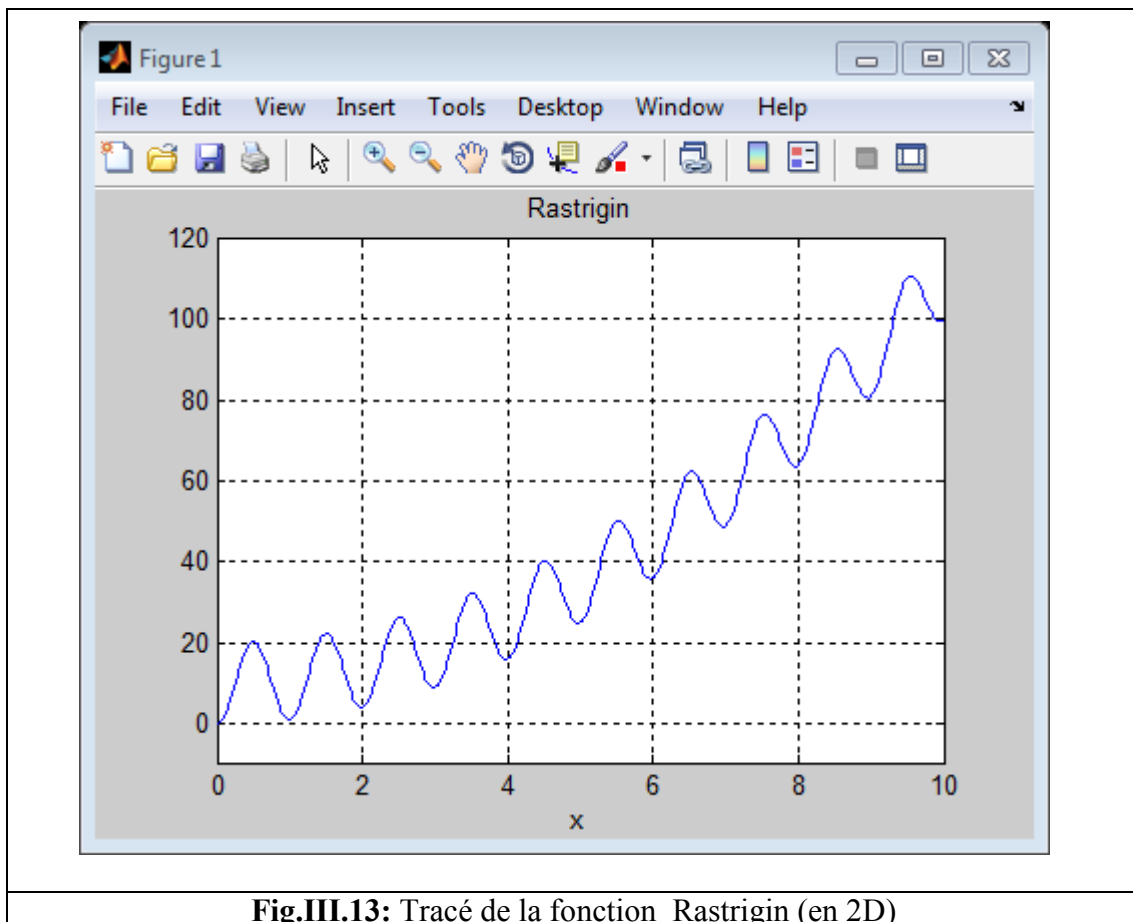
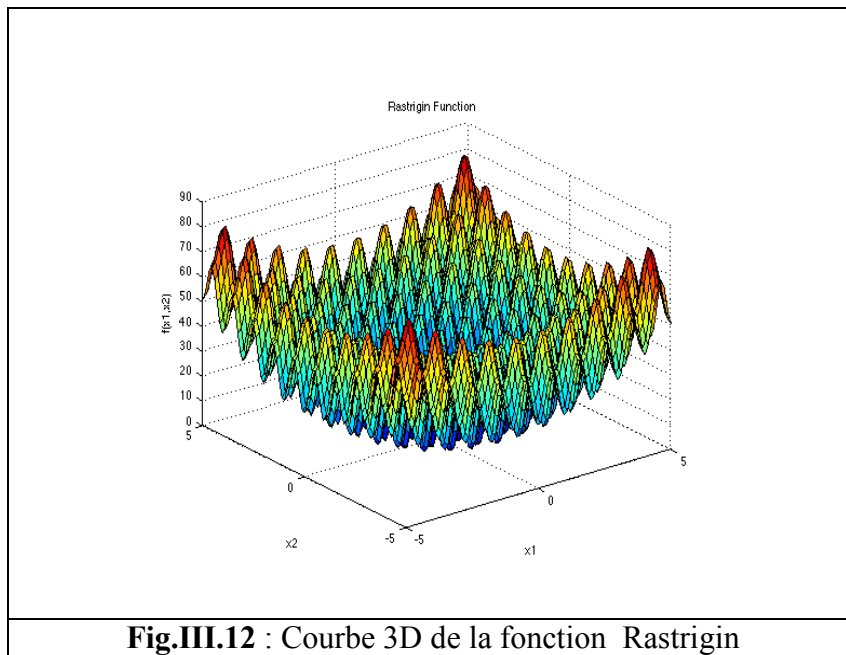
fx >>

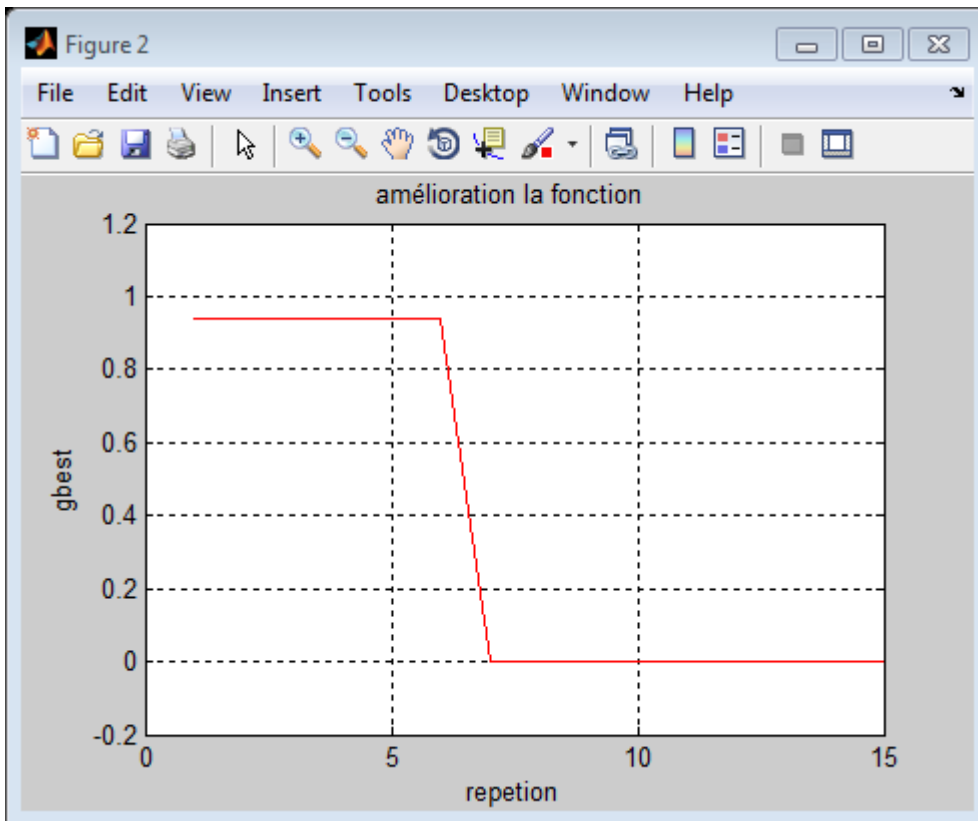
```

**Fig.III.11** : Résultat de calcul  $P_{best}$  et  $g_{best}$  sur command Window de MATLAB

**III.3.2.b La fonction Rastrigin:  
Pour une dimension D=3**

Rastrigin :  $f(x) = 10d + \sum_{i=1}^d [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)]$  Minimum global:  $f(x^*) = 0$ , at  $x^* = (0, \dots, 0)$





**Fig.III.14** : Calcul de la meilleure solution par PSO pour min(Rastrigin)

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Star
Problem Dimension: D=3
Swarm_size=35
Low_x=0
Up_x=10
repetition=15
iteration=25

ggbest =

    1.0e-05 *
    0.4533    0.4533    0.4533

ffbest =

    1.2232e-08

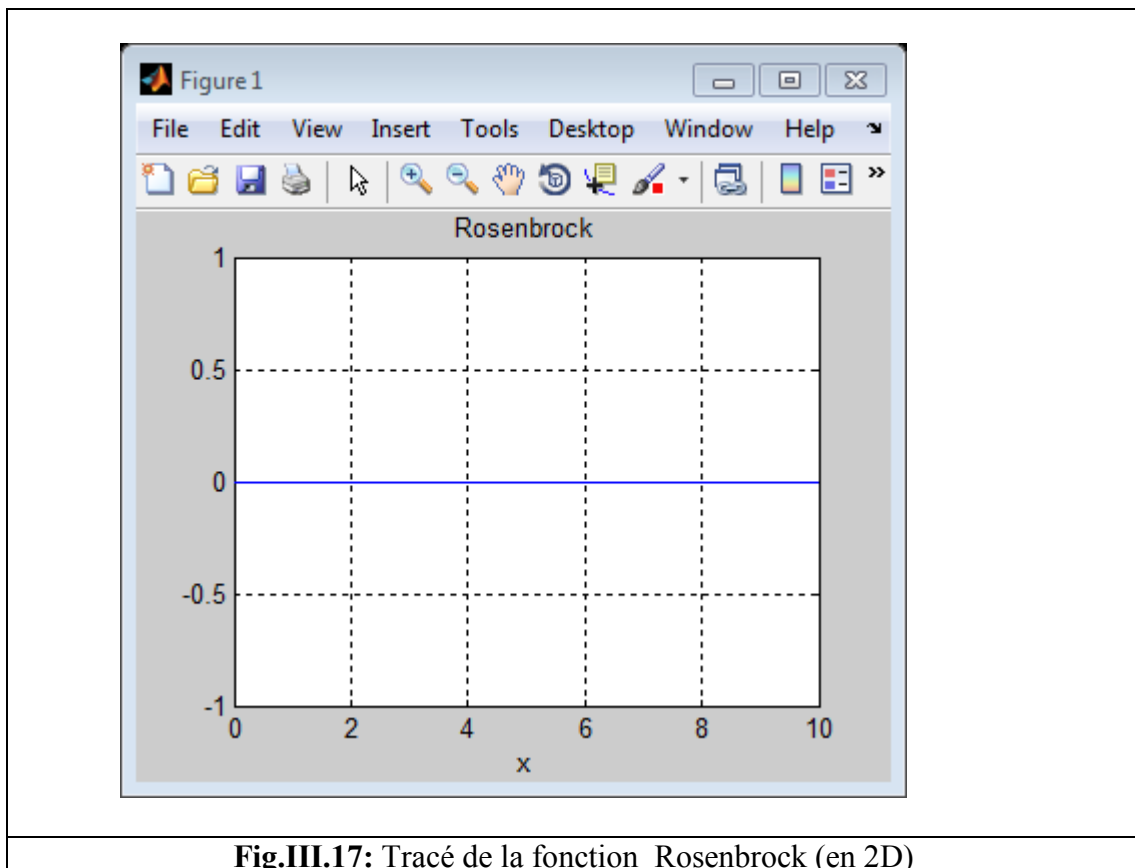
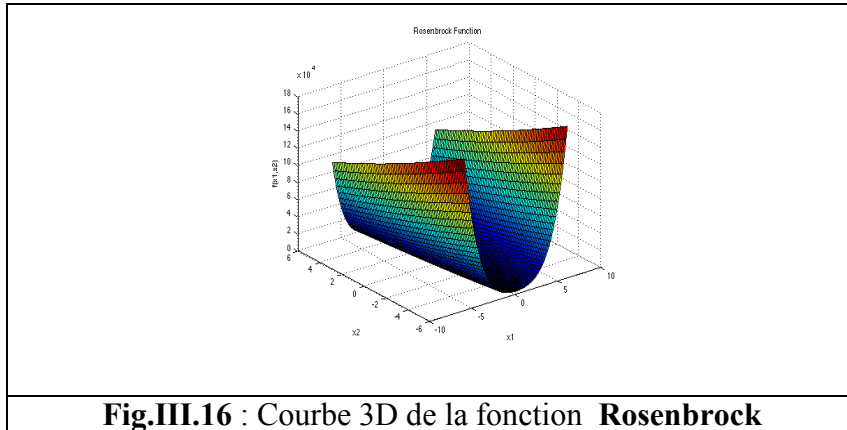
fx
  
```

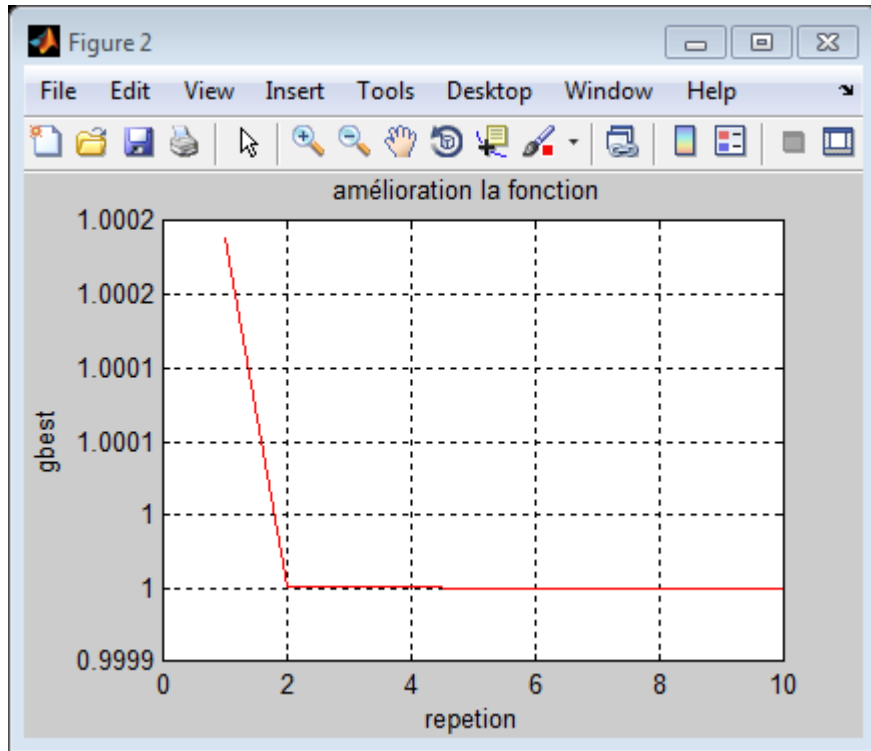
**Fig.III.15** : Résultat de calcul  $P_{best}$  et  $g_{bes}$  sur command Window de MATLAB

### III.3.2.c La fonction Rosenbrock :

Pour dimension  $D=3$

Rosenbrock:  $f(x) = \sum_{i=1}^{d-1} \left[ 100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2 \right]$  Minimum global:  $f(x^*)=0$ , à  $x^*=(1, \dots, 1)$





**Fig.III.18 :** amélioration la fonction Rosenbrock

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Star

Problem Dimension: D=3
Swarm_size=35
Low_x=0
Up_x=10
repetition=10
iteration=30

ggbest =

    1.0000    1.0000    1.0000

ffbest =

    4.1708e-11

fx >>
    
```

**Fig.III.19:** Résultat de calcul  $P_{best}$  et  $g_{best}$  sur command Window de MATLAB

### III.4. Le DFM (ou UDM) :

#### III.4.a.définition de module :

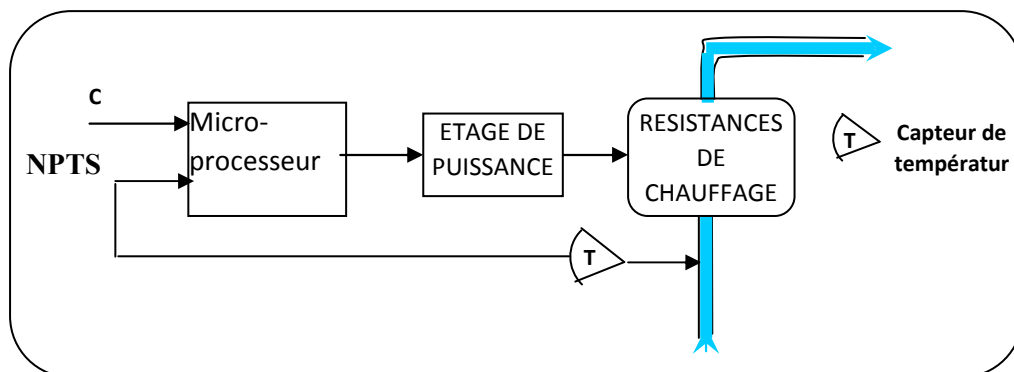
Ce module est indispensable car c'est dans ce dernier que s'effectue la composition de dialysât par le contrôle précis de l'eau et de concentré à des rapports bien déterminés. L'eau pur, spécial hémodialyse venant d'une station de purification arrive sur le générateur de dialyse; plus précisément va au module DFM où il sera chauffé dans un bac de chauffage à une température bien spécifiée puis à l'aide d'une vanne située à la sortie de ce bac, l'eau chaude est ramenée pour qu'elle soit mélangée avec le concentré ce dernier est aspiré par une pompe pour le faire pénétrer dans ce module pour qu'il rencontre l'eau avec un rapport de 1/34 l de concentré. Une fois le mélange est établi on aura le dialysât avec une température de 37.5°C ainsi nous aurons obtenu une substance imitant le plasma humain. Et c'est ce fluide qui pénètre dans le capillaire et rencontre le sang pour effectuer le lavage ou la purification de sang de ses déchets. Ainsi ce module doit contrôler : la pression, le débit, la température et la conductivité de dialysât.

#### III.4.b.Fonctions et modélisation :

On se limite à la modélisation de module de chauffage de générateur d'hémodialyse Gambro AK10 pour la régulation de température de dialysat pour imiter la température de plasma humain pour ne pas coaguler le sang pendant le lavage.

##### III.4.b.1. La température :

On présente le circuit résumé de la boucle de contrôle de la température

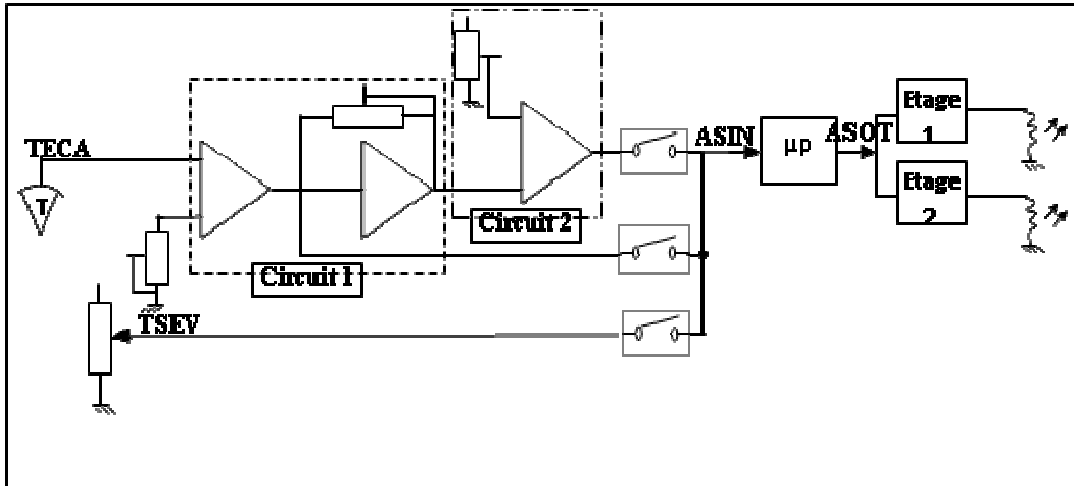


**Fig.III.20** : schéma simple de la boucle de contrôle de la température

C : TSEV (35- 40°C), est la valeur de consigne réglée par un potentiomètre externe, envoyé au microprocesseur.

**TECA** : la valeur de température captée dans le bac de chauffage.

Après que le microprocesseur compare les deux valeurs de température, il génère un signal de commande vers les deux étages de puissances pour qu'ils agissent à leur tour sur les résistances chauffantes. Ainsi, la régulation de température est effectuée.



**Fig.III.21** : Circuit électrique simplifié de la température

☞ **Circuit 1** : ce circuit est pour assurer la température entre 0 et 100°C, il est composé d'un amplificateur différentiel (**A.D**) et d'un amplificateur inverseur (**A.I**) à gain réglable mis en cascade.

Avec :  $V_{e1}=TECA$ ,  $V_{e2}=10.K$  ( $K=8.92.10^{-3} : 1.23.10^{-2}$ ),  $Z_1=R_1=10\text{ K}\Omega$ ,  $Z_2=R_2=\frac{10^5}{1+0.33p}$ ,

$Z_3=R_3=10\text{ K}\Omega$ ,  $Z_4=R_4=100\text{ K}\Omega$  (pour **A.D**).

$Z_1=R_1=10\text{ K}\Omega$ ,  $Z_2=R_2=240 : 290\text{ K}\Omega$ , posons  $K'=Z_2/Z_1 \Rightarrow K'=24 : 29$  (pour **A.I**).

Alors la sortie sur ASIN est :

$$V_{s1} = K \left[ \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} - \frac{10}{1 + 0.33p} V_{e1} \right] \quad (\text{III-1})$$

☞ **Circuit 2** : ce circuit doit assurer la température entre 32.5°C et 42.5°C. Électriquement c'est un amplificateur différentiel.

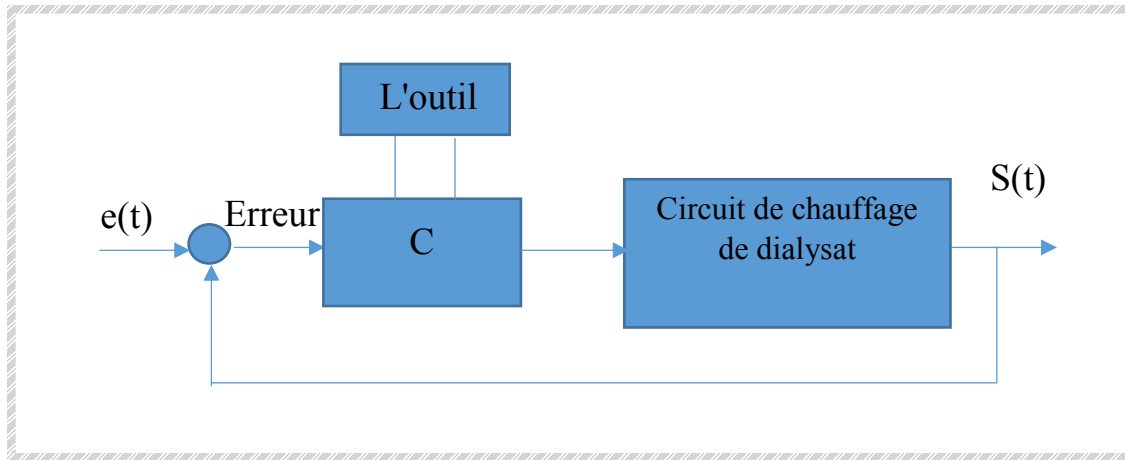
Avec :  $V_{e1}=V_{s1}$  : la sortie de circuit 1,  $V_{e2}=10.K_1$  ( $K_1=0.3125 : 0.4166$ )

$$V_{s2}=11.67(V_{e1}-V_{e2})$$



**III.5. Système de contrôle de la température de dialysat :**

Pour contrôler la température de dialysat nous avons proposé le système asservi représenté sur la Fig.III.22



**Fig.III.22 :** système de commande de la température de dialysat

C : correcteur PID on va l'utiliser pour contrôler le système température de dialysat

L'outil (PSO) : pour estimer les paramètres de correcteur

**III.6. Modélisation de circuit de chauffage :**

**TECA :** la valeur de température captée dans le bac de chauffage.

$$TECA = V_{e1} = V_{s1}, V_{e1}=TECA, V_{e2}=10.K (K=8.92.10^{-3} : 1.23.10^{-2}), K=0.0123, V_{e2} = 10*K=0.123$$

$$V_{s1} = \left[ \frac{(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} - \frac{10}{1 + 0.33} V_{e1} \right] \Rightarrow V_{s1} + \frac{10}{1 + 0.33} V_{e1} K = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2}$$

$$\Rightarrow V_{s1} \left[ 1 + \frac{10}{1 + 0.33} K \right] = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} \Rightarrow V_{s1} \left[ \frac{1 + 0.33p + 10K}{1 + 0.33} \right] = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2}$$

$$\Rightarrow V_{s1} = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} * \frac{1 + 0.33p}{1 + 0.33p + 10K} \Rightarrow V_{s1} = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p + 10K} V_{e2}$$

$K*10=0.123$	$1.123*10=11.23$
$0.33*10=3.3$	$V_{e2} = 10*K=0.123$

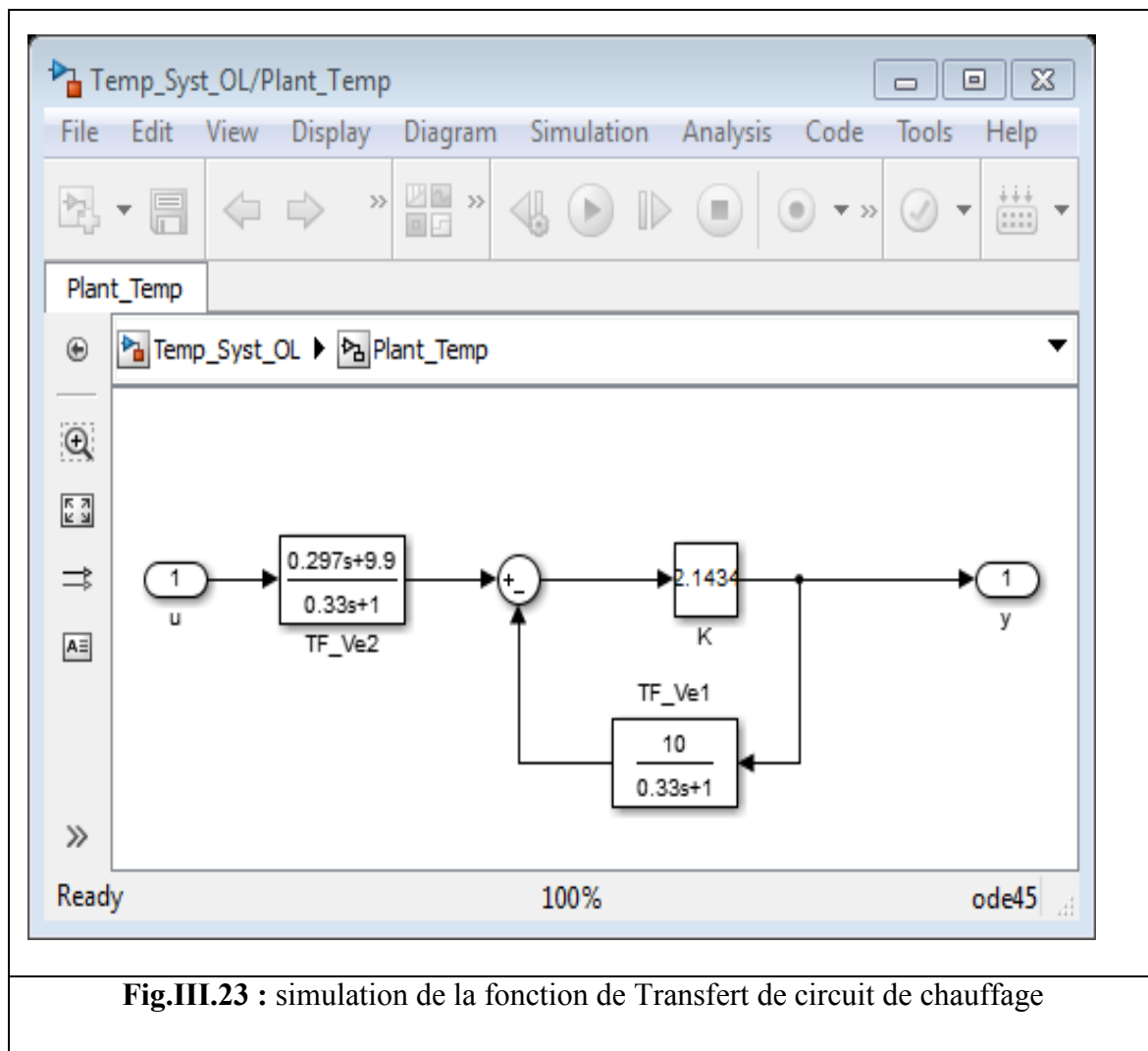
$$\Rightarrow \frac{10}{10} V_{s1} = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{0.33p + 1.123} V_{e2} * \frac{10}{10} \Rightarrow V_{s1} = 0.123 \frac{0.9(11 + 0.33p)}{0.33p + 1.123} 0.123$$

### III.7. Simulation MATLAB de système de contrôle de la température de dialysat :

Dans cette partie, on simuler le système de chauffage par SIMULINK de Matlab, et on va examiner quatre types de boucles et de comparer les résultats.

#### III.7.1 Boucles ouvert :

La valeur de la température de dialysat doit être entre les limites (35- 40°C),



**Fig.III.23** : simulation de la fonction de Transfert de circuit de chauffage

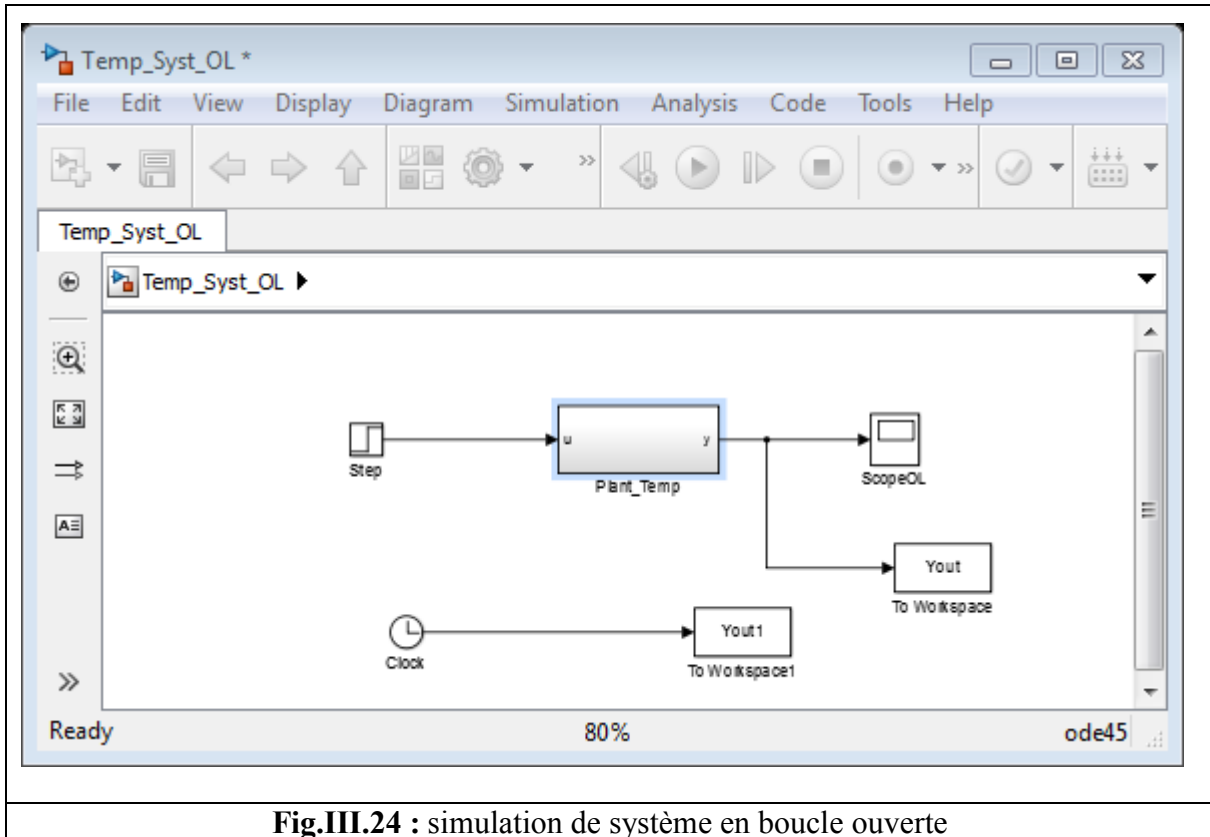


Fig.III.24 : simulation de système en boucle ouverte

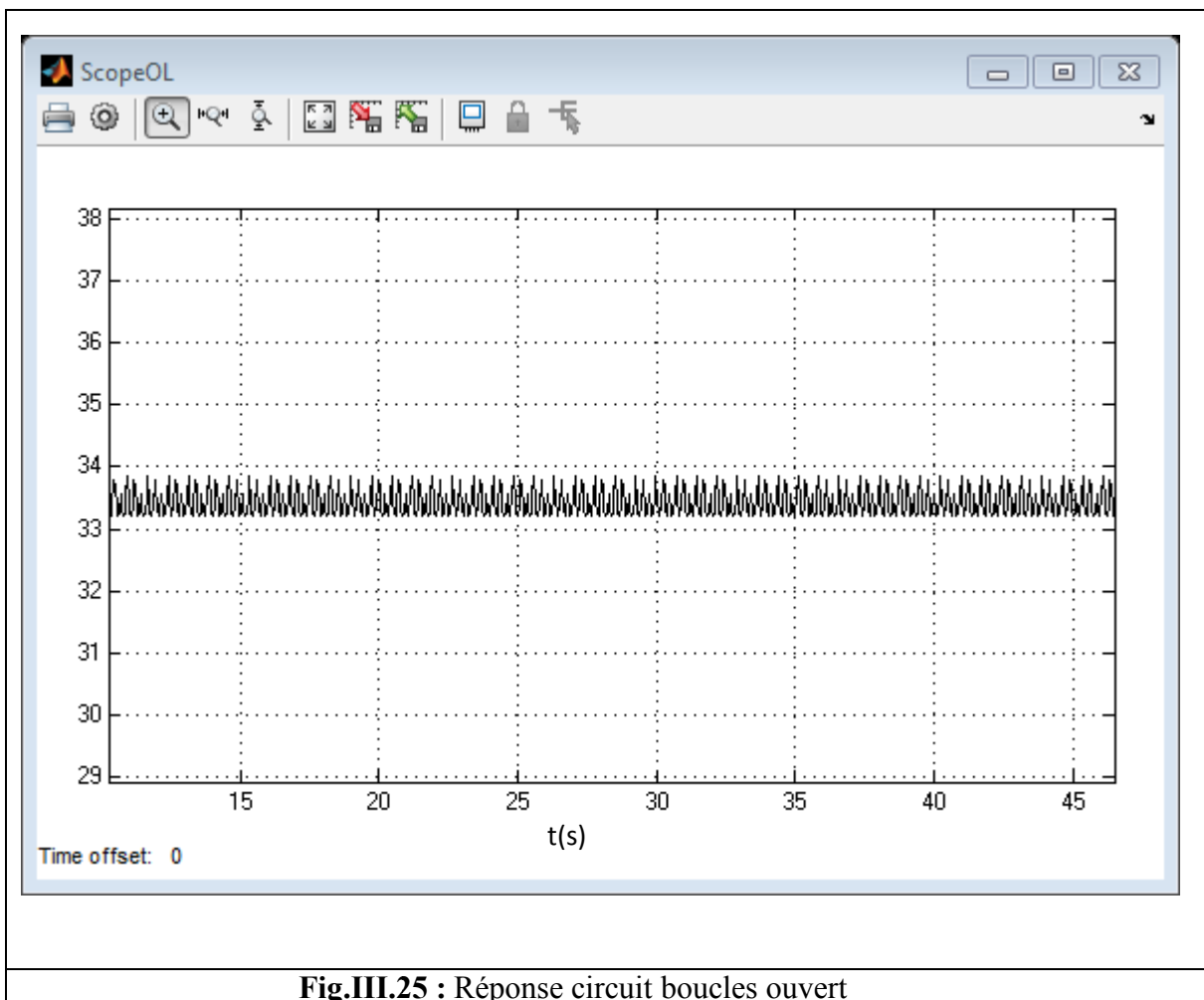


Fig.III.25 : Réponse circuit boucles ouvert

III.7.2.boucles ferme (retour unitaire sans correcteur):

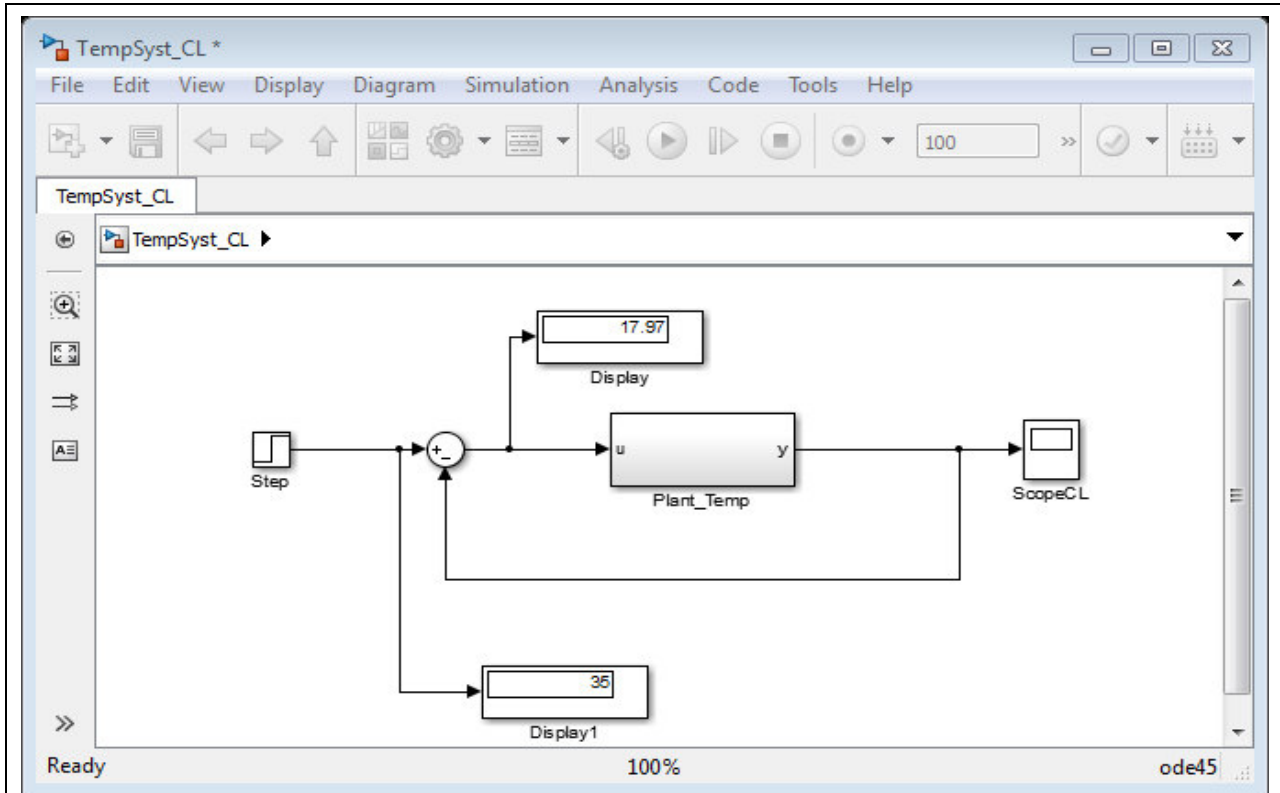


Fig.III.26 : simulation de system en boucles ferme

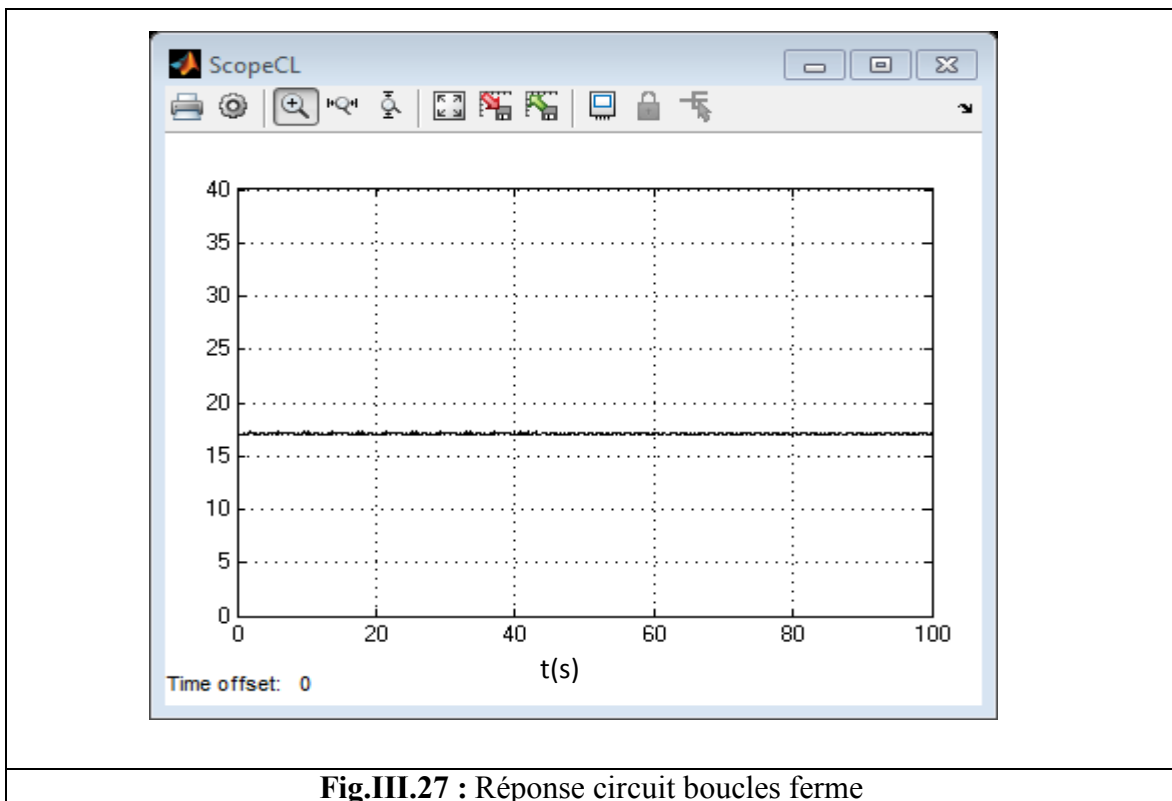


Fig.III.27 : Réponse circuit boucles ferme

III.7.3.boucles ferme (avec PID proposé) :

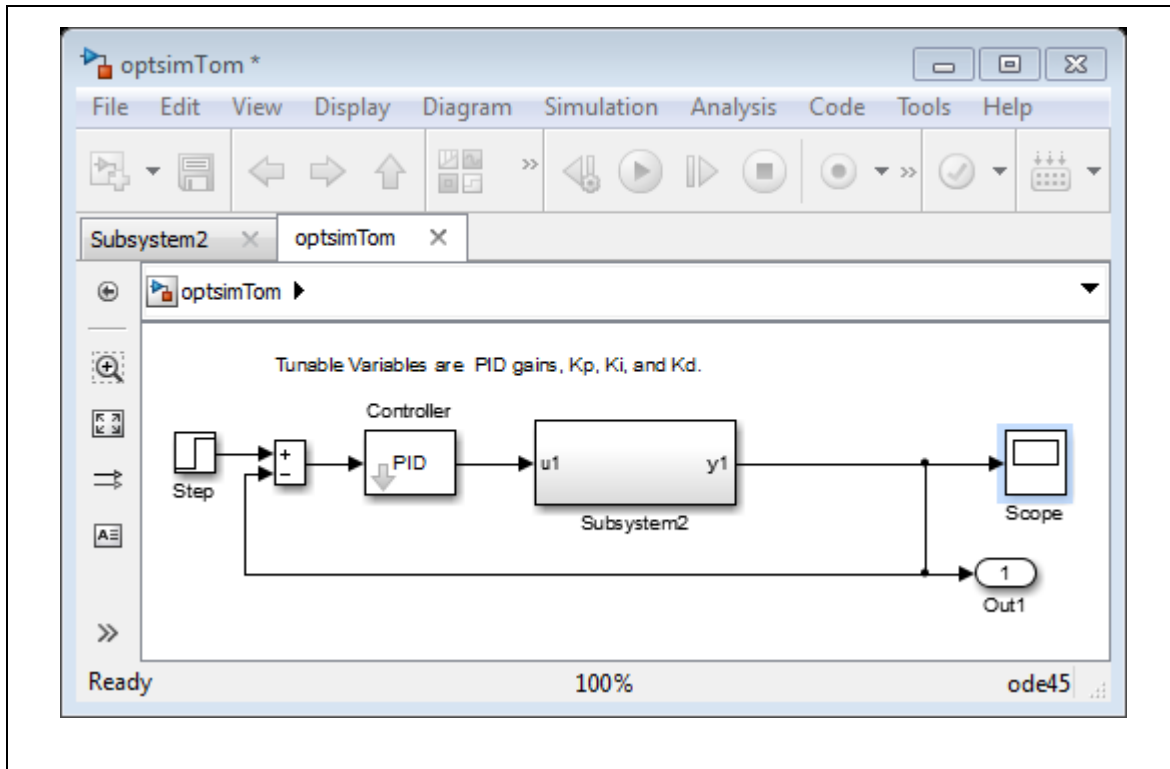


Fig.III.28 : simulation de system en boucles ferme (avec PID proposé)

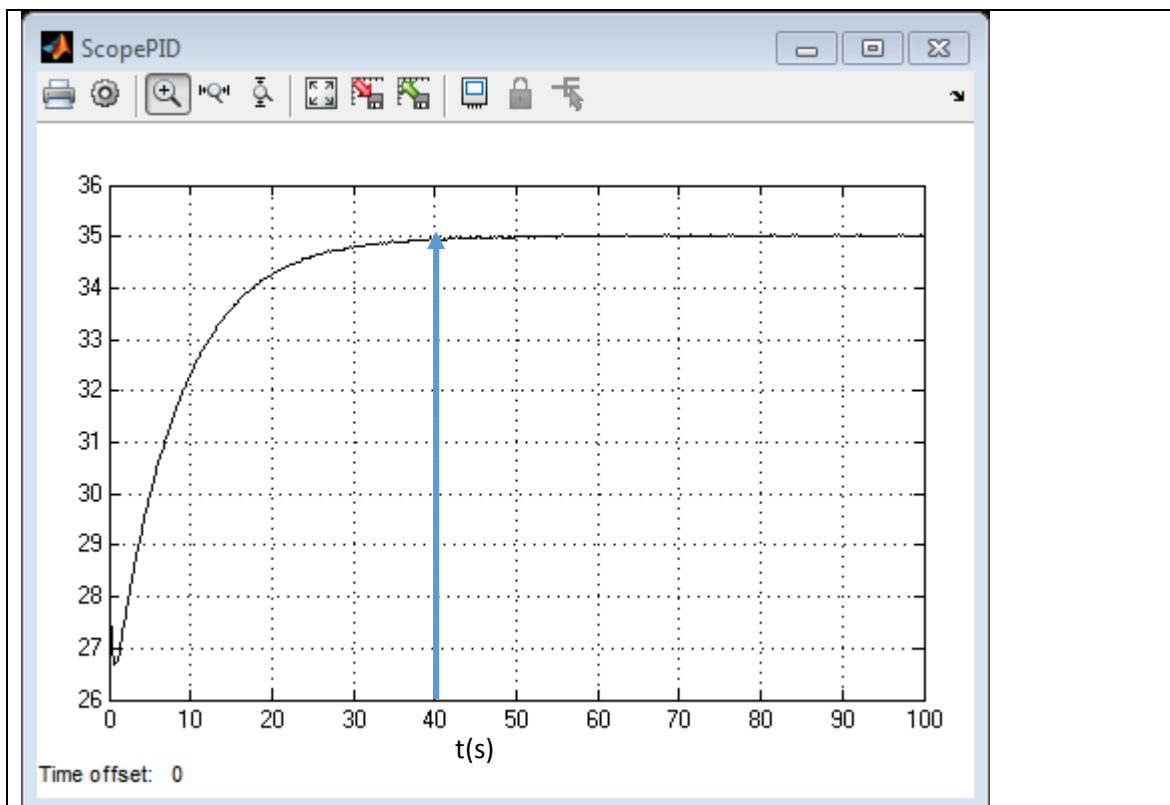
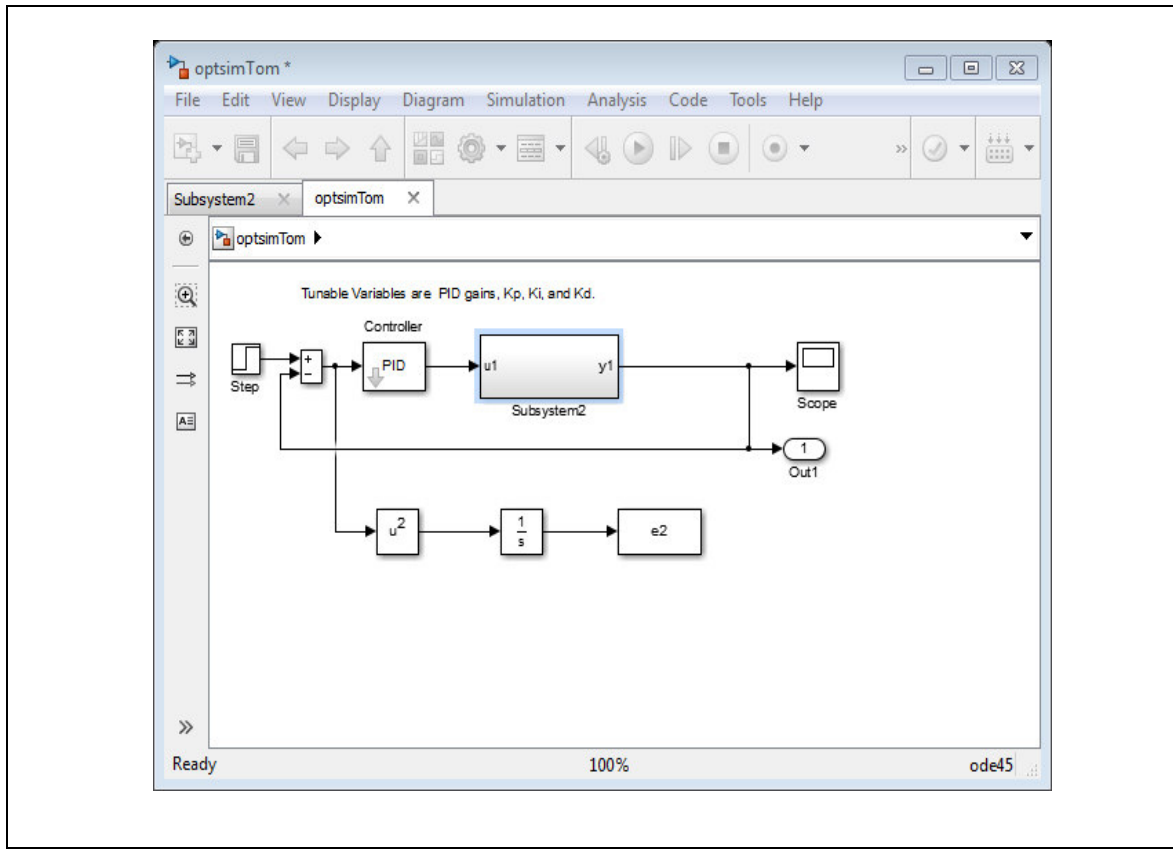
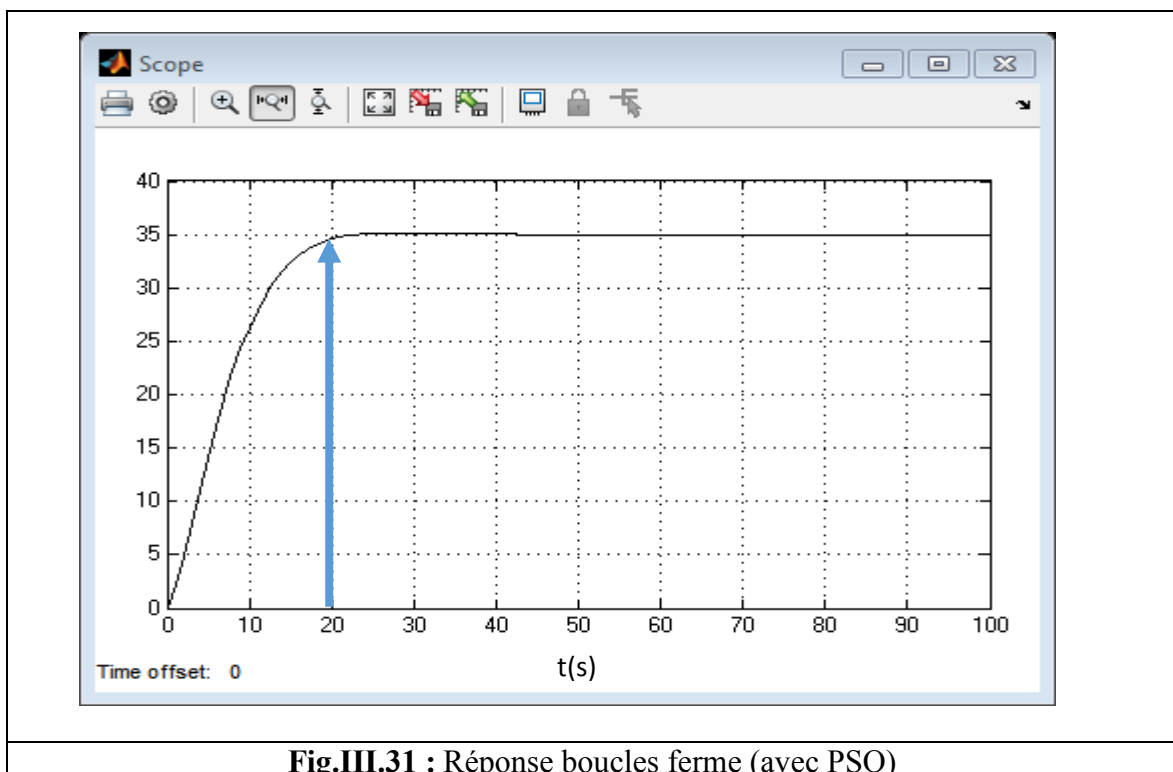


Fig.III.29 : Réponse circuit boucles ferme (avec PID proposé)

**III.7.4.boucles ferme (avec PSO) :** Paramètre : swarm size=35 repetition=2 itiraition=2



**Fig.III.30 :** simulation de system en boucles ferme (avec PSO)( repetition=2 itiraition=2)



**Fig.III.31 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)

Pour température =40 Paramètre : swarm size=35 repention=2 itération=2

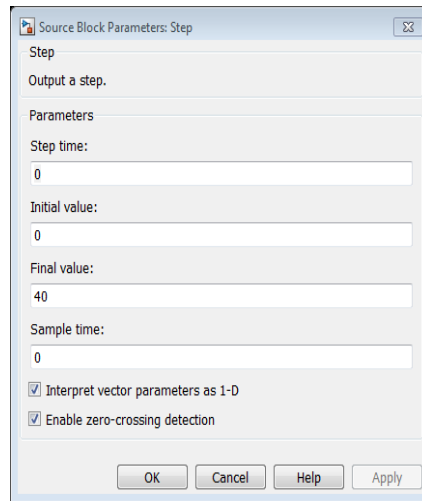


Fig.III.32 : configuration Pour température 40

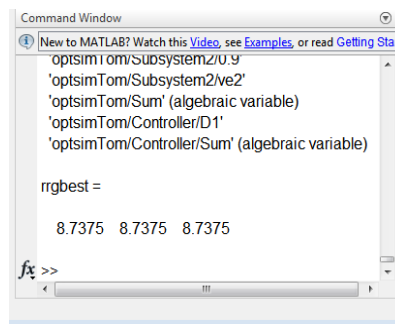


Fig.III.33 : calcule le  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  de PID par PSO

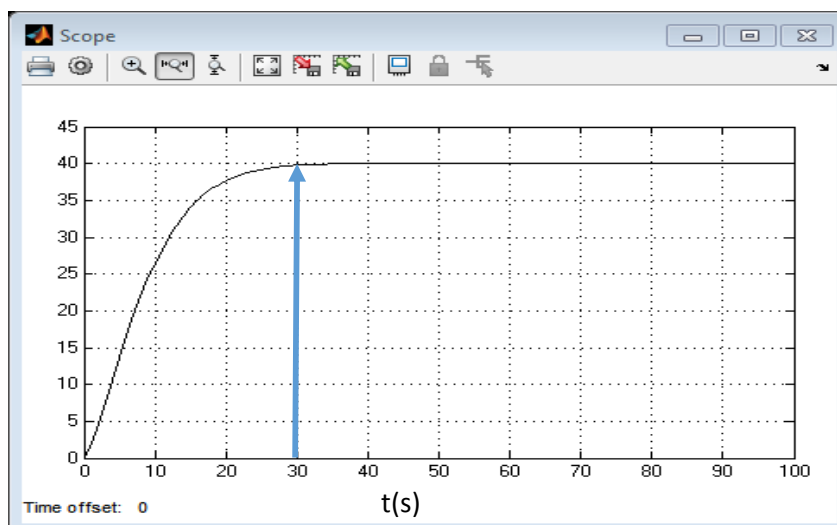
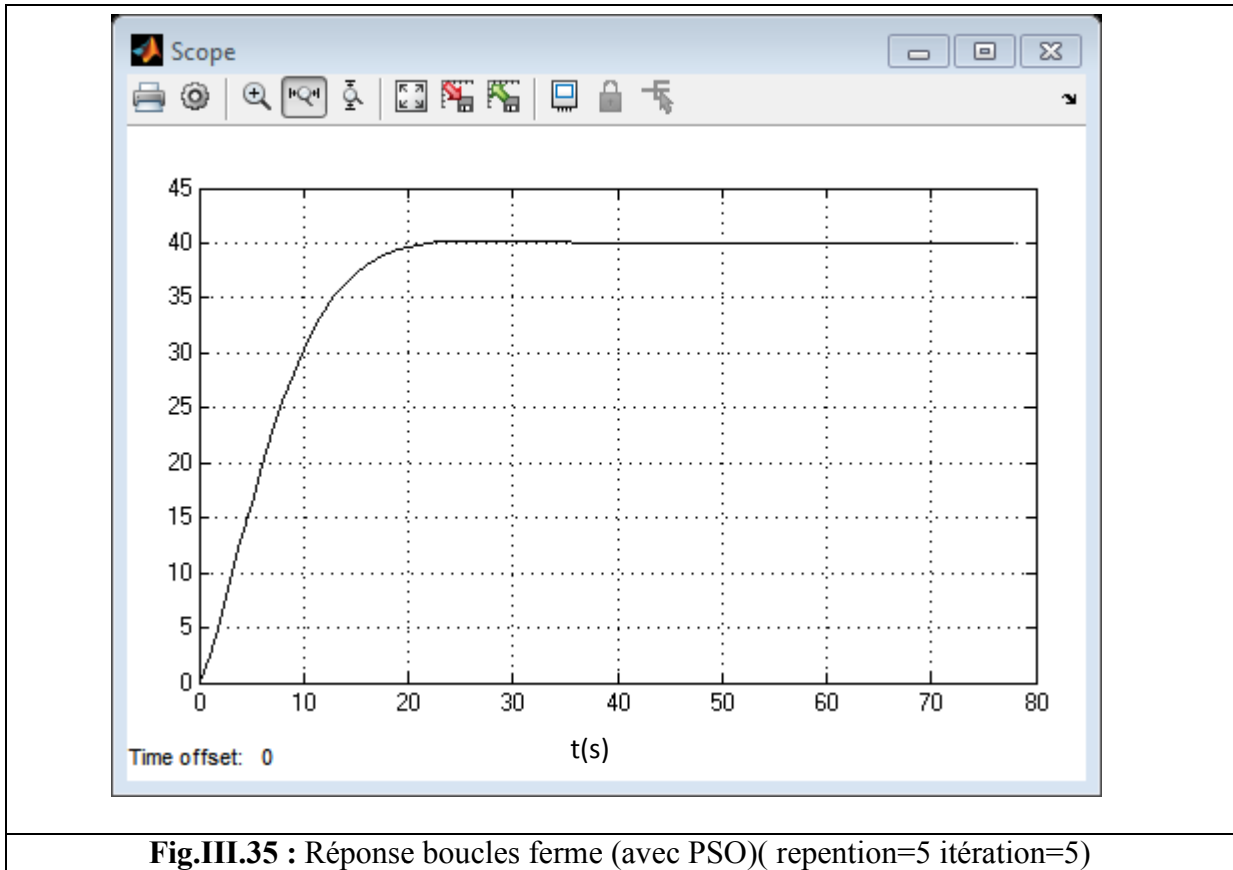


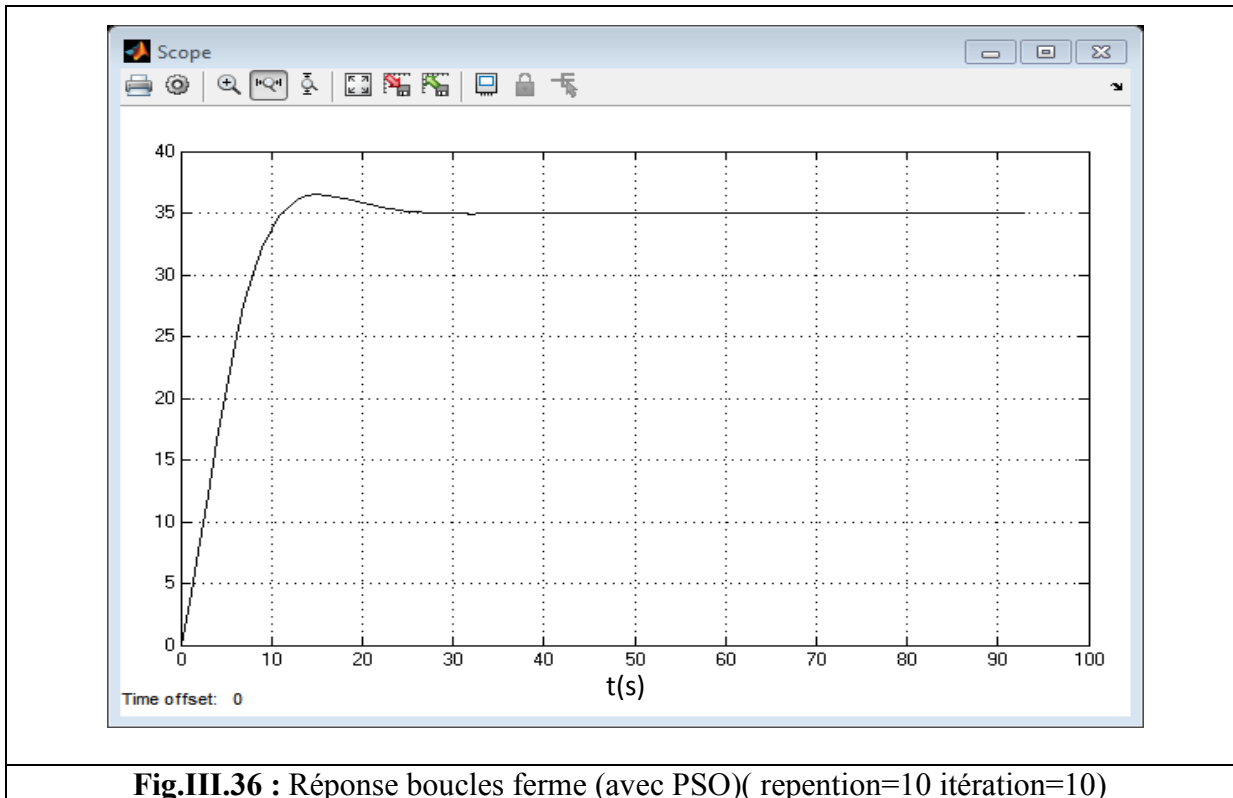
Fig.III.34 : Réponse boucles ferme (avec PSO) (repention=2 itération=2)

Paramètre : repention=5 itération=5



**Fig.III.35** : Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=5 itération=5)

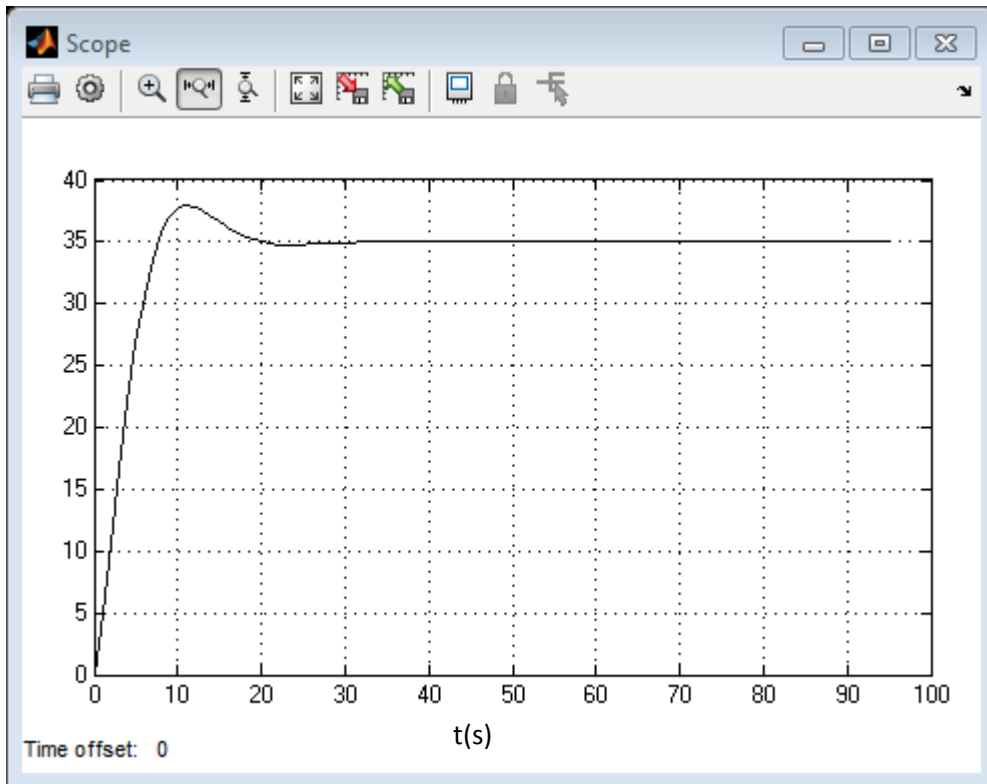
repention=10 itération=10



**Fig.III.36** : Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=10 itération=10)

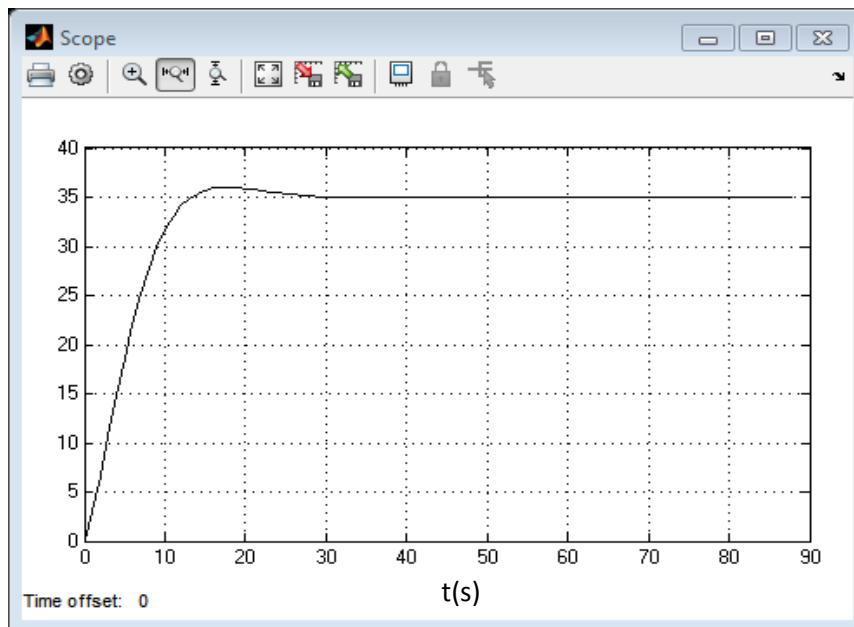
repention=10 itération=25





**Fig.III.37** : Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=10 itération=25)

repention=20 itération=20



**Fig.III.38** : Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=20 itération=20)

III.8. comparaison des résultats :

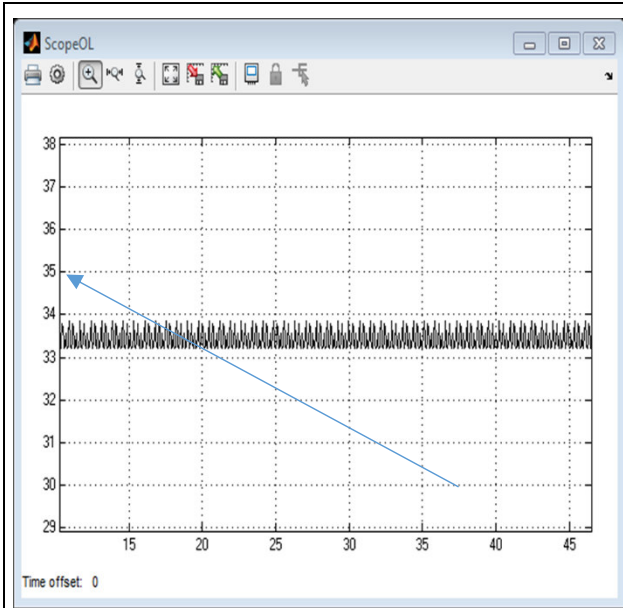


Fig.III.25 : Réponse circuit boucles ouvert

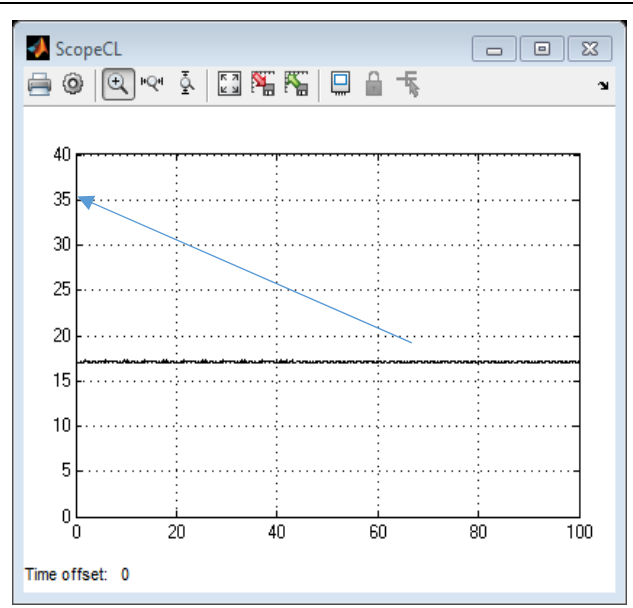


Fig.III.27 : Réponse circuit boucles ferme

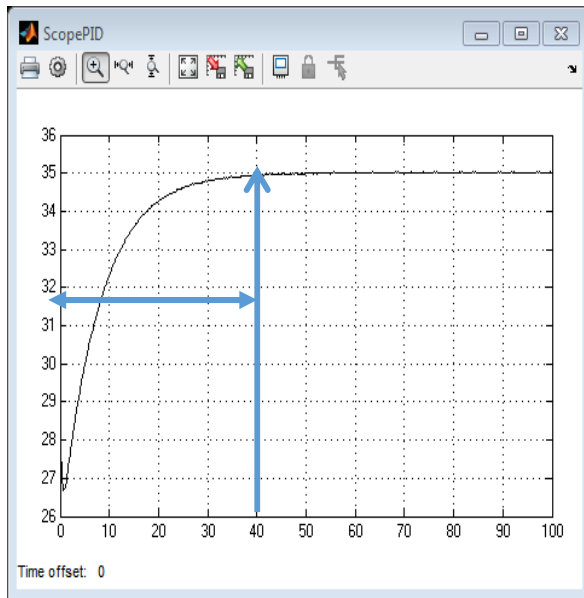


Fig.III.29 : Réponse circuit boucles ferme (avec PID proposé)

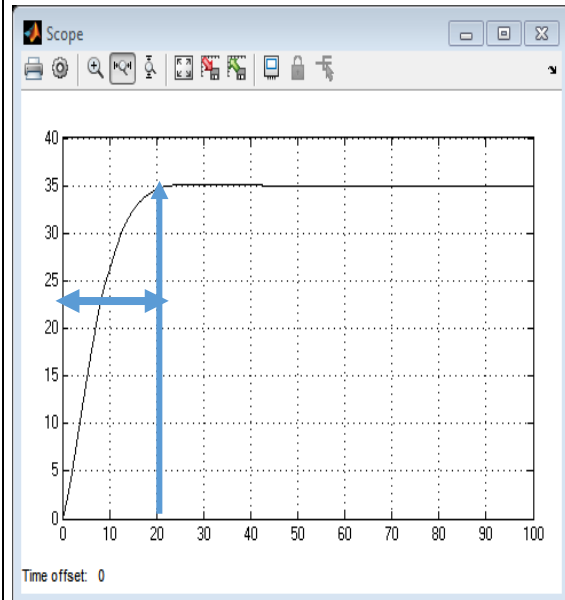
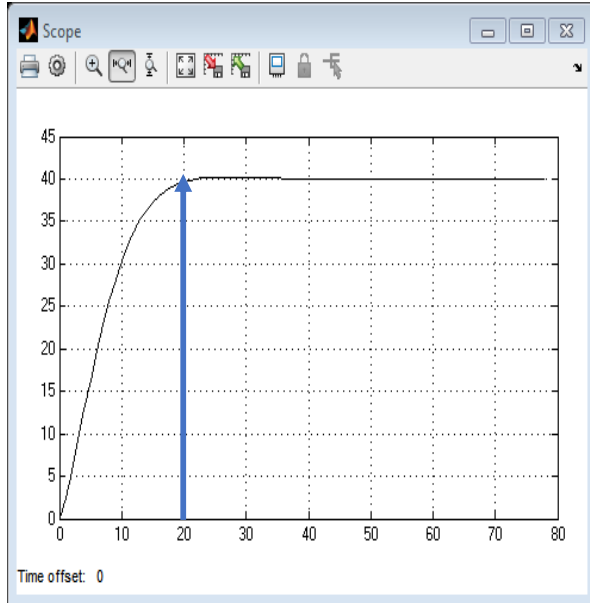
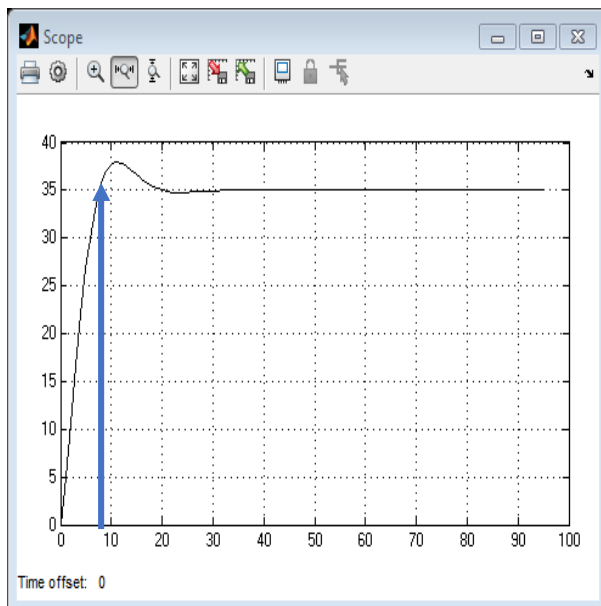
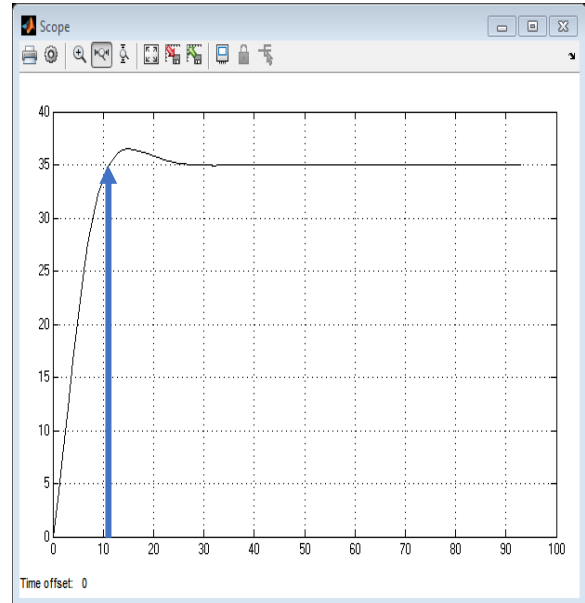


Fig.III.34 : Réponse boucles ferme (avec PSO)

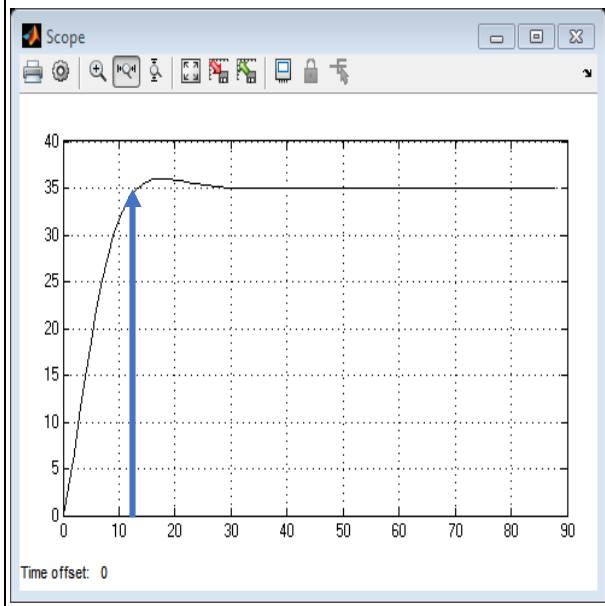
**Fig.III.35 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=5 itération=5)



**Fig.III.36 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=10 itération=10)



**Fig.III.37 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=10 itération=25)



**Fig.III.38 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=20 itération=20)

Le temps de latence de la courbe au système permanent joue un rôle important dans l'ensemble du matériel et de contrôler l'agitation joue un principal également important dans le contrôle de ces éléments causer à obtenir les meilleurs résultats, en plus de travail pour le débogage automatique également.

Comme le choix de quatre types de circuits nous permet de comparer les résultats par comparaison et obtenir les meilleurs résultats pour le circuit pour être le meilleur.

Fig. III. 25 nous montre(Réponse circuit boucles ouvert) , qui est si mauvaise que la présence de beaucoup d'agitation sans température portée à être accessible , ce qui génère le processus de coagulation du sang durant purifiée.

En revanche la Fig.III.27, qui est le résultat de (Réponse circuit boucles ferme) , ce qui était moins trouble , comparativement à Fig.III.25 qu'il est mauvais pour l'existence d'une perturbation importante de la non- obtention de la température désirée accessible .

Pour la courbe de la Fig.III.29 est la meilleure comparaison de la figure 27 et la figure 25 , avec la présence de troubles pendant atteindre système permanent , une température de 35 et un retard d'environ 40 par rapport à la Fig.III.34 , les conséquences de mauvais résultats sont mieux représentés dans la figure 34, dont les résultats ( paramètre de circuit fermé ) ( PSO ) qui a été atteint pour le système permanent rapide et moins trouble .

L'amélioration du système de contrôle de la température dialysat par algorithme (PSO) joue un rôle important et cela indique que le chiffre 34 comme le reste des formes aussi.

Fig.III.35 et Fig.III.36 Fig. III. 37 Fig.III.38 que chaque fois que l'augmentation de la répétition du processus pour le travail de l'algorithme chaque fois que les résultats sont meilleurs et il était temps pour atteindre le niveau du système permanent plus rapidement et avec un minimum de perturbation.

**III.9.conclusion**

L'utilisation de ce système joue un rôle important dans l'amélioration de température de dialysat, ce qui prouve à nous l'algorithme d'optimisation par essaim a contribué ou non sont permis de contrôler le réglage de la température ne se limite pas seulement à la modification a également contribué à améliorer la vitesse de donner la bonne température

### III.1 Introduction :

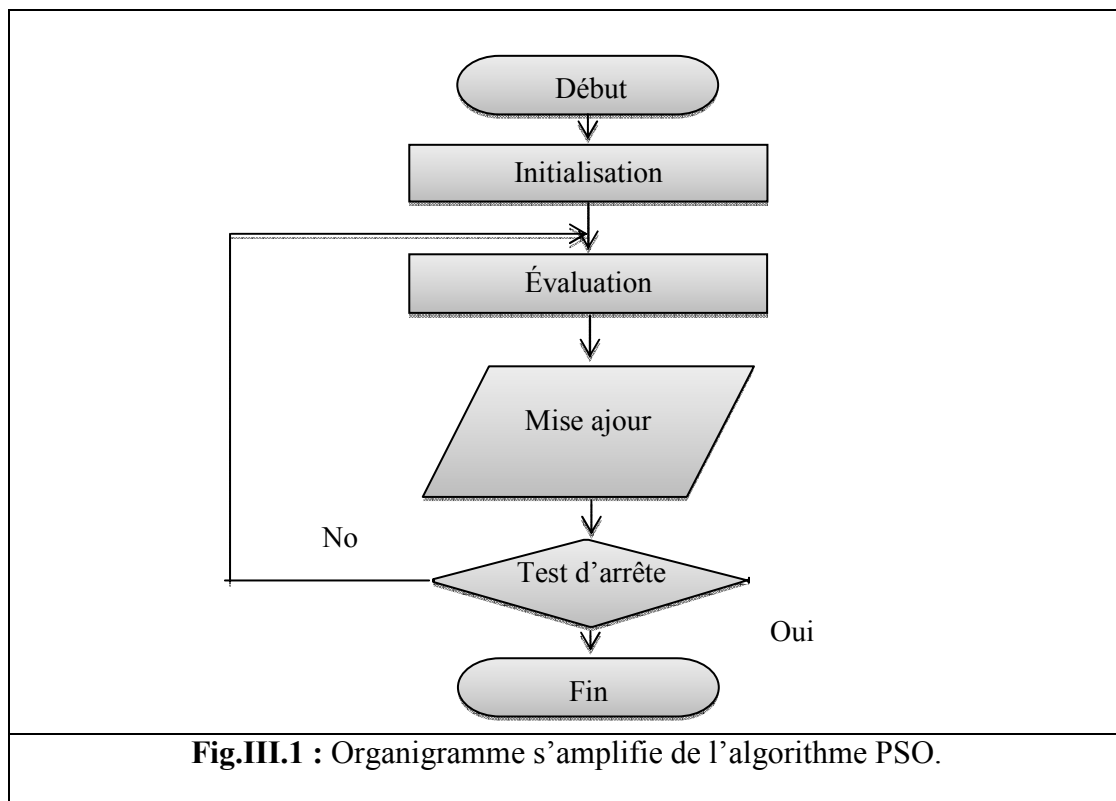
Dans le domaine de l'intelligence artificielle, plusieurs algorithmes basés sur des phénomènes naturels et biologiques ont été conçus. L'algorithme PSO est l'un des plus importants dans la résolution de nombreux problèmes d'optimisation à travers laquelle nous avons suggéré de le simuler et programmer sur MATLAB. Non seulement on a travaillé sur des simulations de cet algorithme, mais on a proposé son application dans le contrôle de la température de dialysat dans le générateur d'hémodialyse.

### III.2 Algorithme d'optimisation par essaim de particules

L'optimisation par essaim particulare (OEP) est une technique, qui s'inspire du comportement social des animaux lorsqu'ils se déplacent en essaim. L'algorithme utilise la collaboration entre des agents simples pour tenter de localiser l'optimum dans un espace de recherche. On entend par là que chaque particule utilise non seulement sa propre expérience, mais aussi l'expérience globale de l'essaim de particules.

Cette méthode, qui est relativement récente, s'est avérée compétitive vis-à-vis de méthodes déjà éprouvées et elle est actuellement en plein essor.

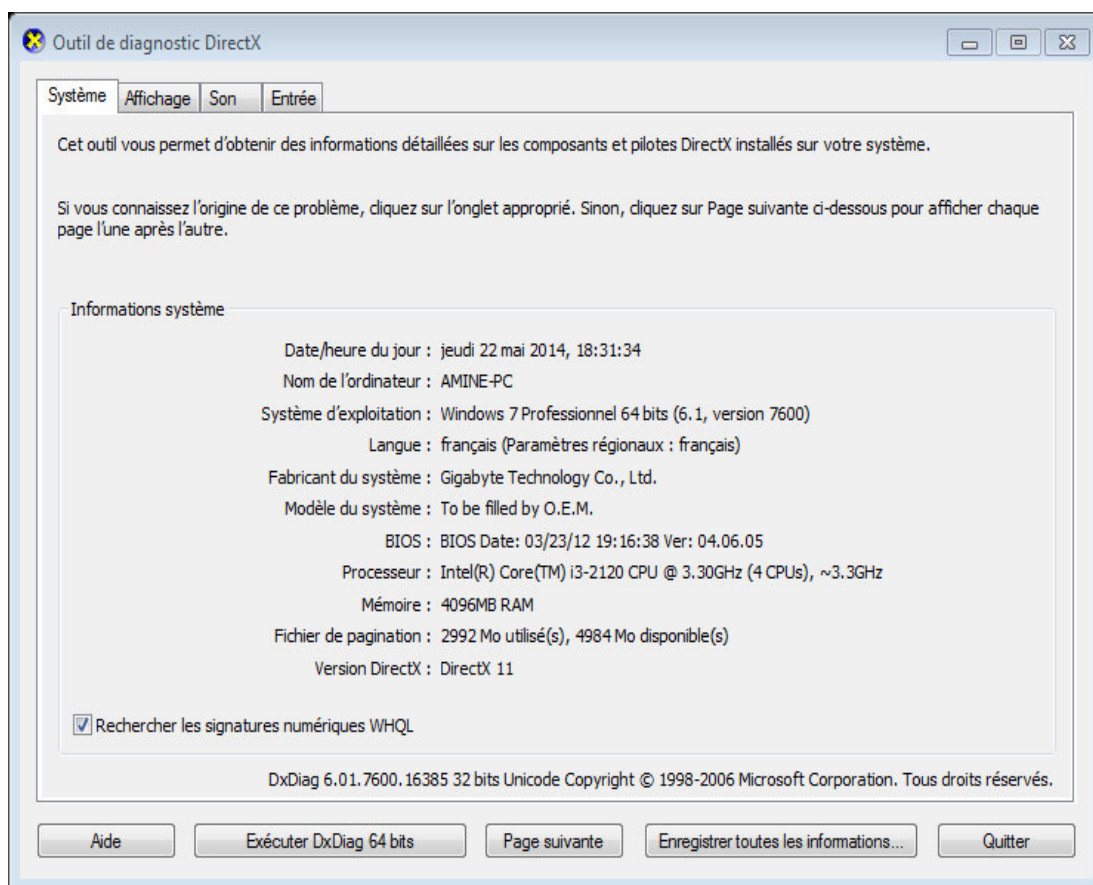
Nous devons appliquer cet algorithme dans le logiciel MATLAB, qui est l'une des meilleures plates-formes de programmation scientifique dans le monde, Ce qui permet de donner de bons résultats.



### Logiciel MATLAB :

MATLAB (« *matrix laboratory* ») est un langage de programmation de quatrième génération et un environnement de développement ; il est utilisé à des fins de calcul numérique. Développé par la société The Math Works, MATLAB permet de manipuler des matrices, d'afficher des courbes et des données, de mettre en œuvre des algorithmes, de créer des interfaces utilisateurs, et peut s'interfacer avec d'autres langages comme le C, C++, Java, et Fortran. Les utilisateurs de MATLAB (environ un million en 2004<sup>1</sup>) sont de milieux très différents comme l'ingénierie, les sciences et l'économie dans un contexte aussi bien industriel que pour la recherche. Matlab peut s'utiliser seul ou bien avec des *toolbox* (« boîte à outils »).

### Test ordinateur :



**Fig.III.2 :** caractéristique de l'ordinateur

### III.3. Tests de l'algorithme PSO :

Après l'implémentation de l'algorithme PSO sous MATLAB, nous avons suggéré de faire des expérimentations pour vérifier l'efficacité du programme de travail, qui a été programmé pour optimiser des fonctions.

On a choisis quelques fonctions tests connues dans le domaine d'optimisation qui ont des solutions vérifiables et connues, afin de vérifier le travail du programme en question, et s'il est doué à donner des résultats fiables.

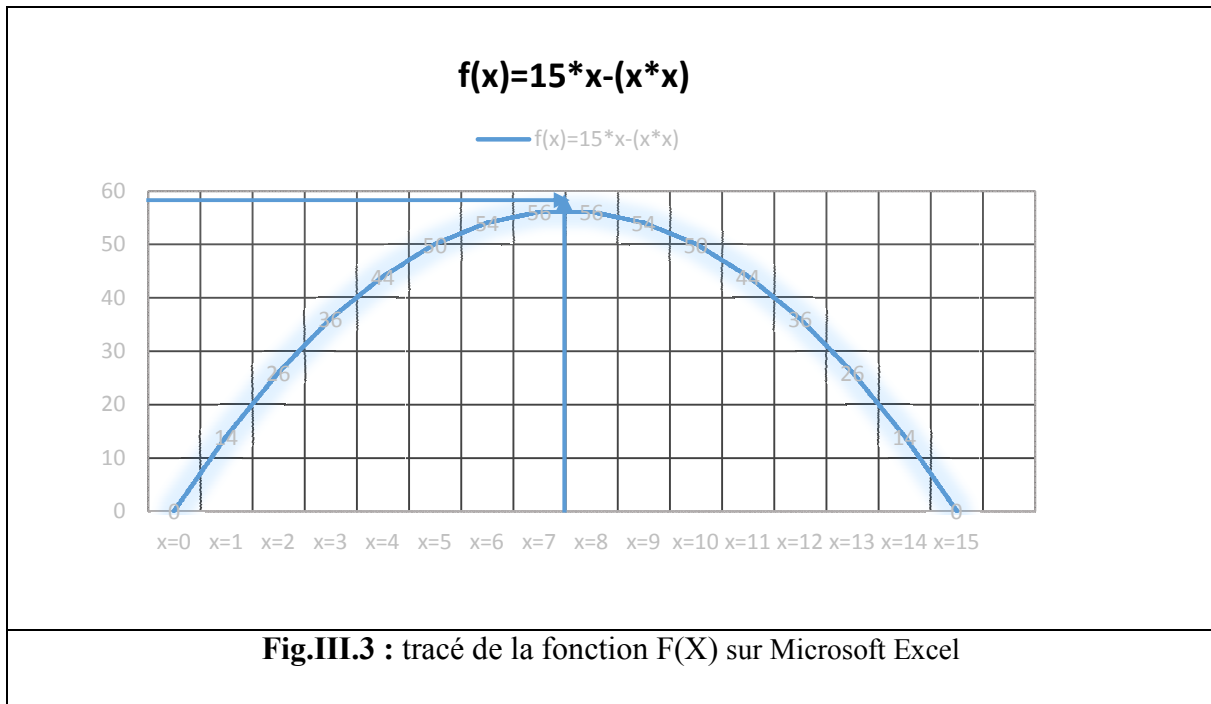
#### III.3.1 Test en maximisation de fonction :

##### III.3.1.a. Fonction : $f(x)=15*x-x^2$ :

$X$	$F(X)$
1	14
2	26
3	36
4	44
5	50
6	54
7	56
8	56
9	54
10	50
11	44
12	36
13	26
14	14
15	0

**Tab.III.1** : résultat de calcul :  $f(x)=15*x-x^2$  sur Microsoft Excel

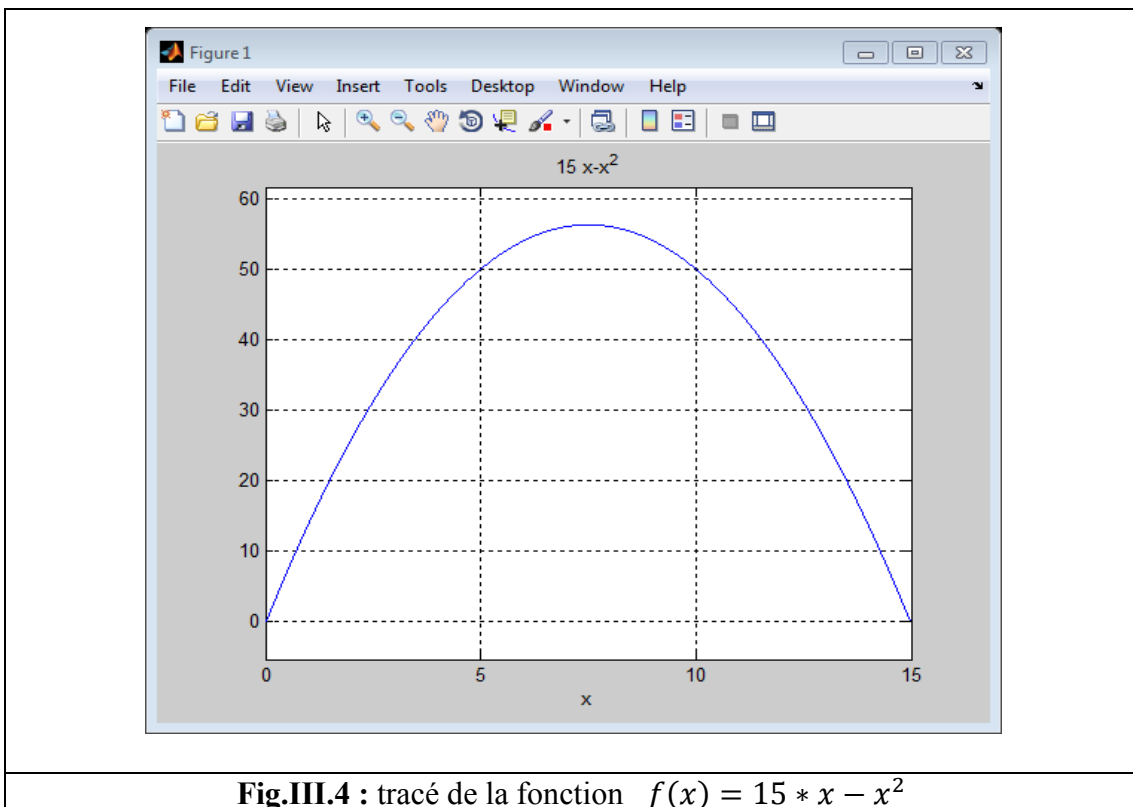




On remarque d’après la courbe que la valeur maximale de la fonction test est limitée dans le domaine[7,8].

**III.3.1.b. Test de la fonction par PSO sous MATLAB :**

**III.3.1.b.1. Pour calculer la valeur maximale :**



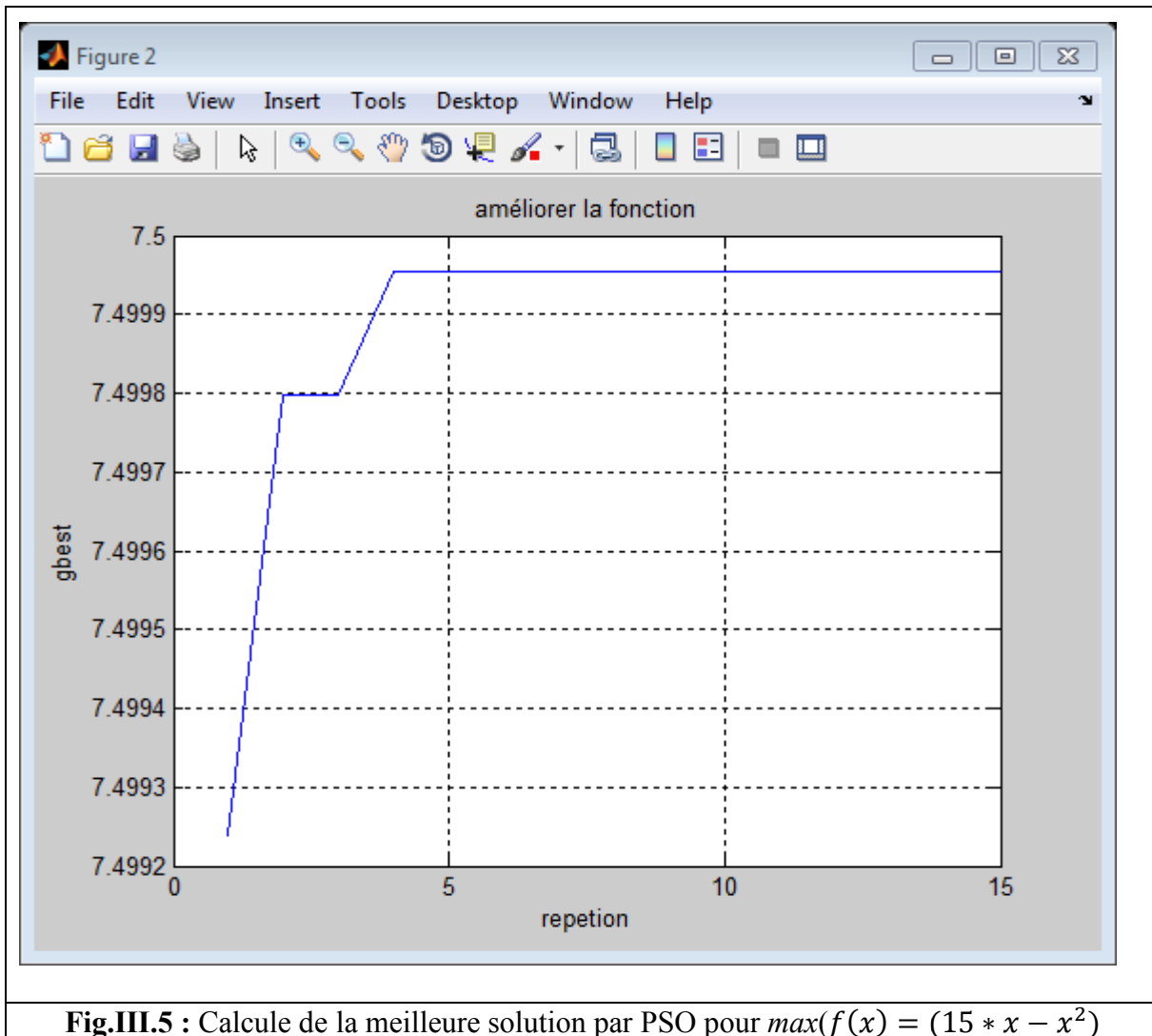


Fig.III.5 : Calcul de la meilleure solution par PSO pour  $\max(f(x) = (15 * x - x^2))$

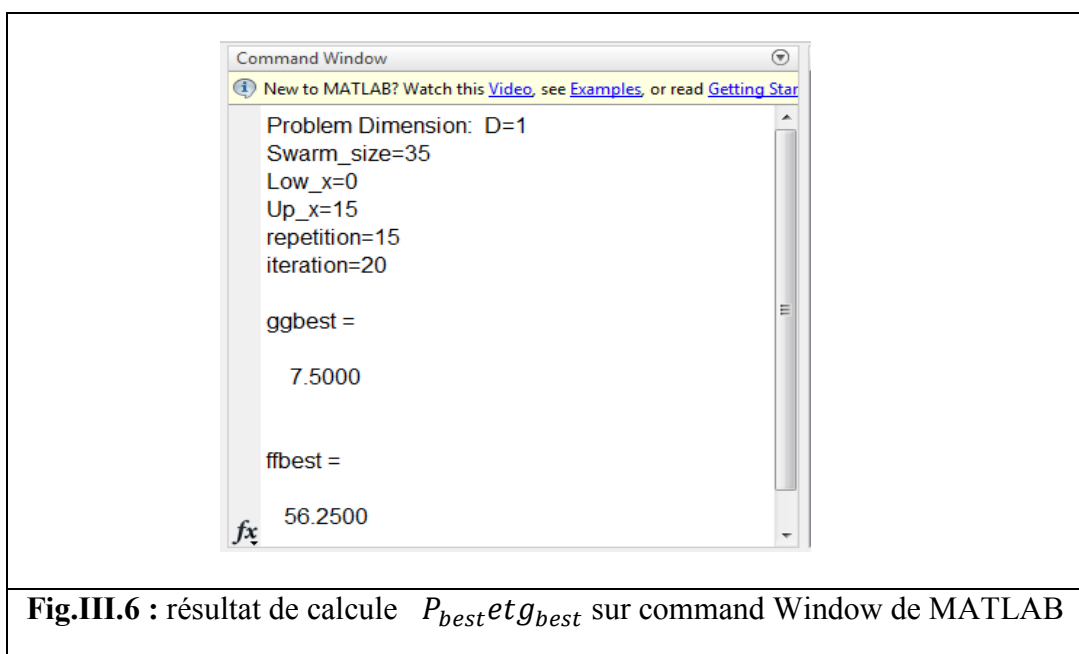
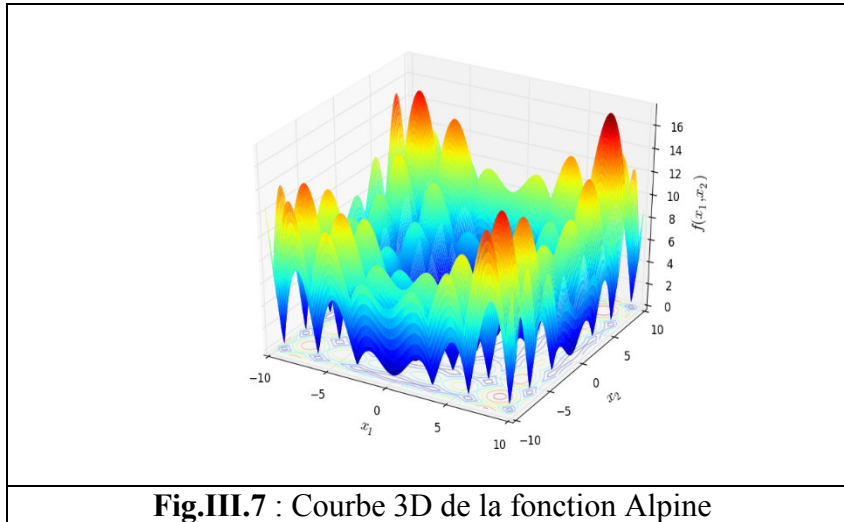


Fig.III.6 : résultat de calcul  $P_{best}$  et  $g_{best}$  sur command Window de MATLAB

### III.3.2 Tests en minimisation de fonctions :

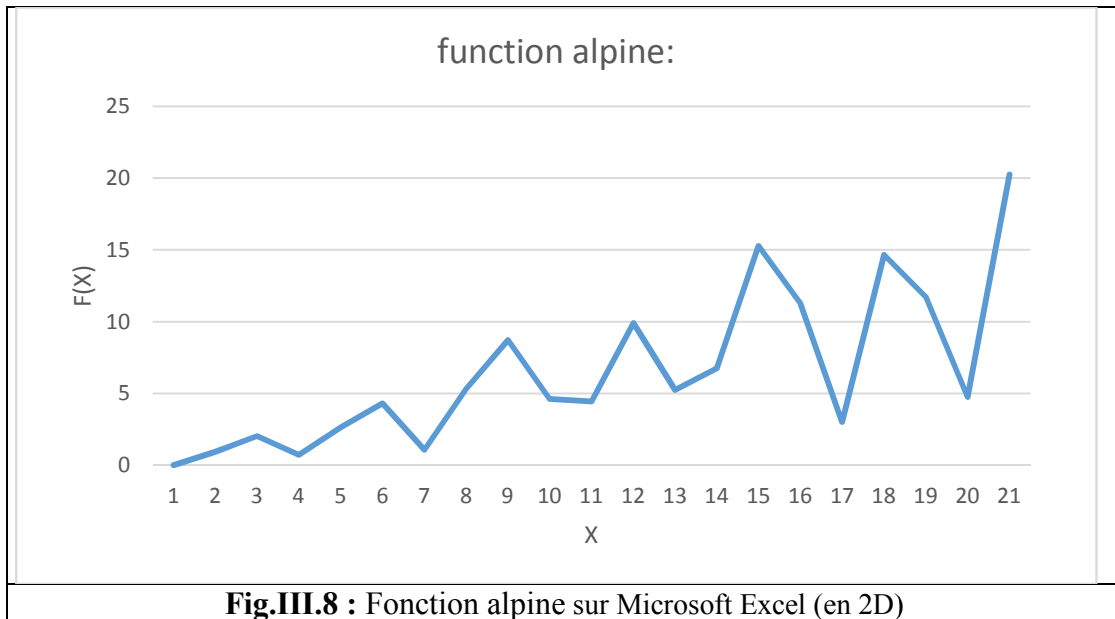
#### III.3.2.a La fonction Alpine:

$$f_{Alpine}(x) = \sum_{i=1}^n |x_i \sin(x_i)| + 0.1|x_i| \quad \text{Minimum global: } f(x^*) = 0, \text{ at } x^* = (0, \dots, 0)$$



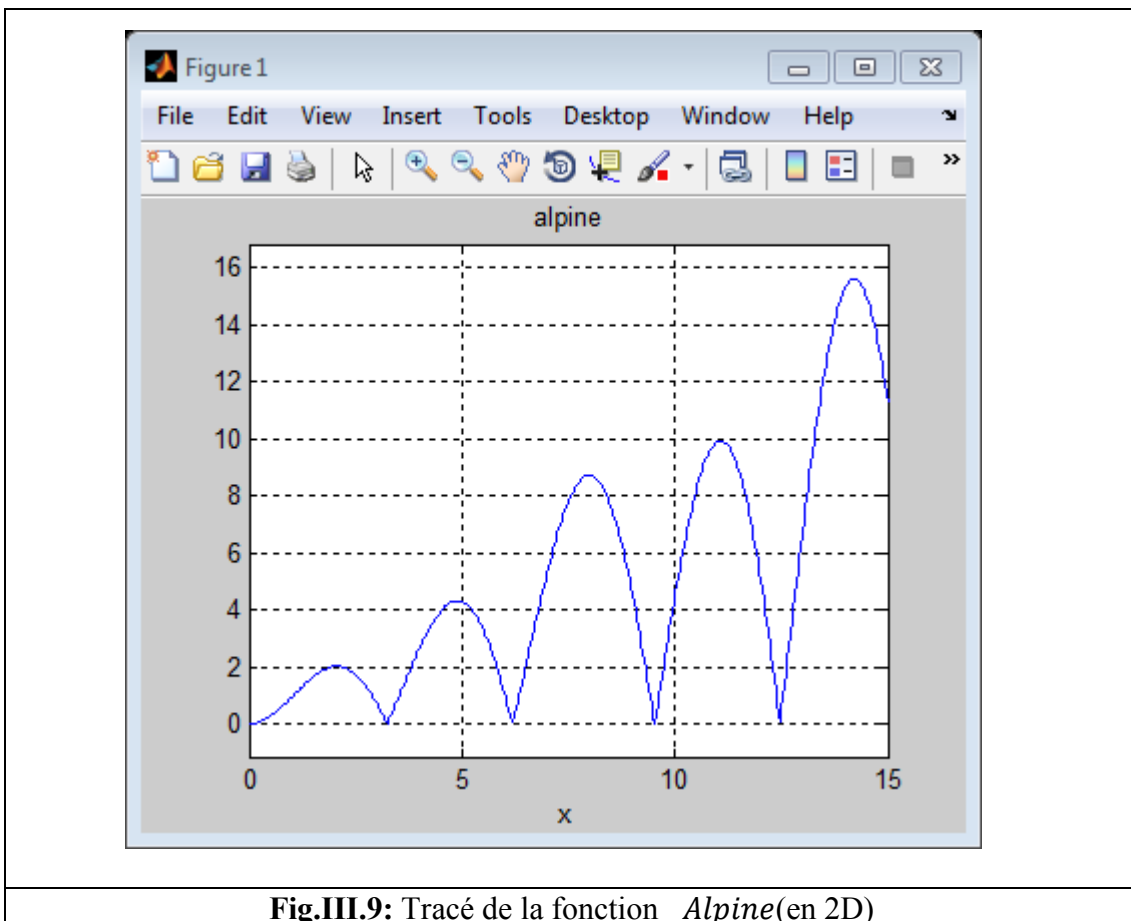
X	F(X)
0	0
1	0,941470985
2	2,018594854
3	0,723360024
4	2,627209981
5	4,294621373
6	1,076492989
7	5,298906191
8	8,714865973
9	4,609066367
10	4,440211109
11	9,899892272
12	5,238875016
13	6,762171479
14	15,26850298
15	11,2543176
16	3,006453067
17	14,64375736
18	11,71777044
19	4,747666984
20	20,25890501

**Tab.III.2** : Résultat de calcul  $f_{Alpine}(x)$  sur Microsoft Excel

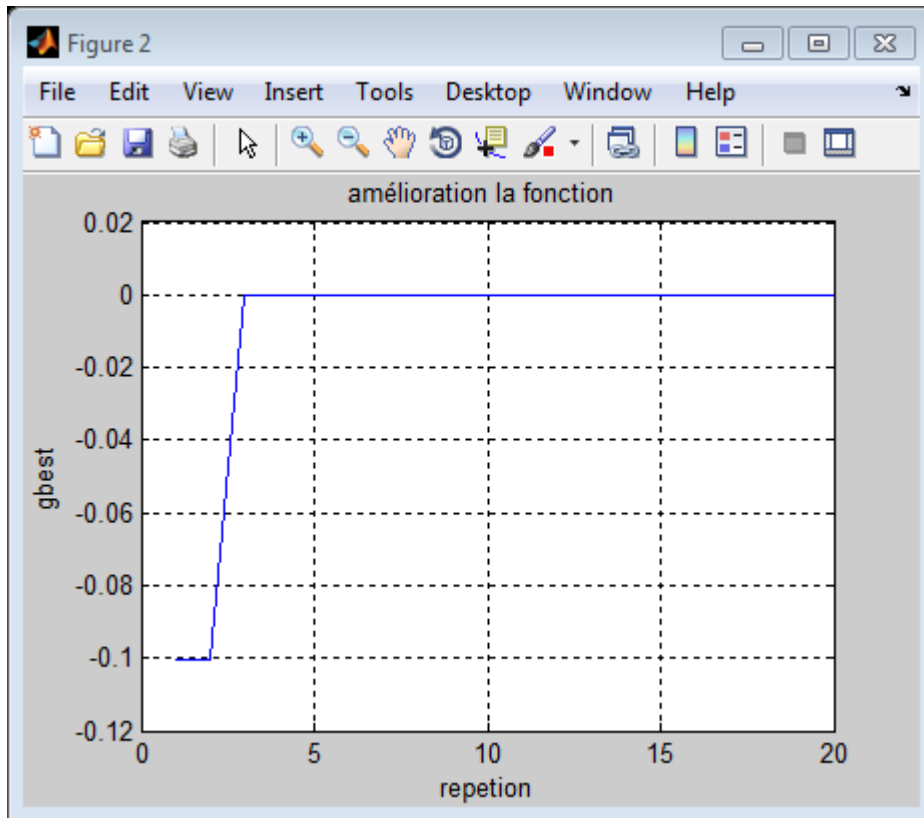


**Fig.III.8 :** Fonction alpine sur Microsoft Excel (en 2D)

**Test de la fonction Alpine sous MATLAB:**



**Fig.III.9:** Tracé de la fonction *Alpine*(en 2D)



**Fig.III.10** : Calcule de la meilleure solution par PSO pour  $\min(\text{Alpine})$

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Star
Swarm_size=35
Low_x=0
Up_x=15
repetition=20
iteration=15

ggbest =

    3.1237e-06

ffbest =

    3.1238e-07

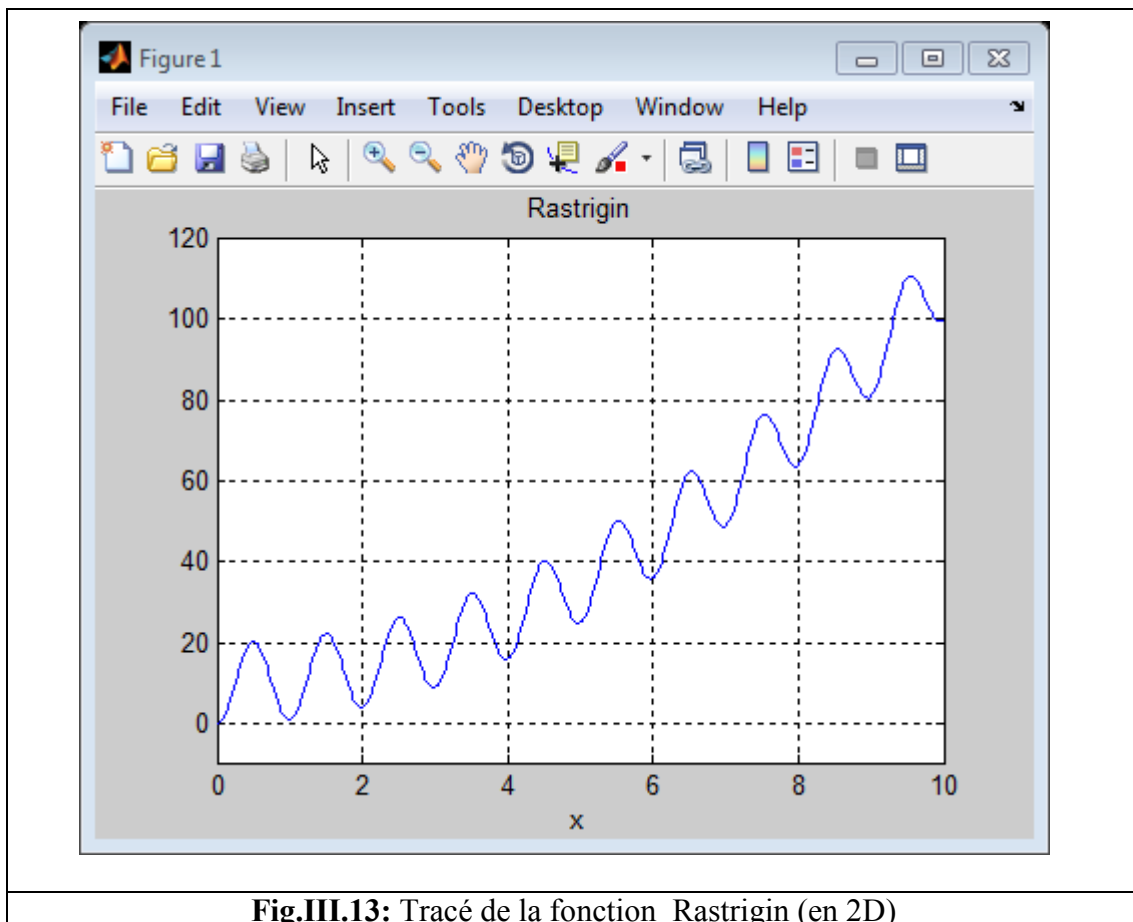
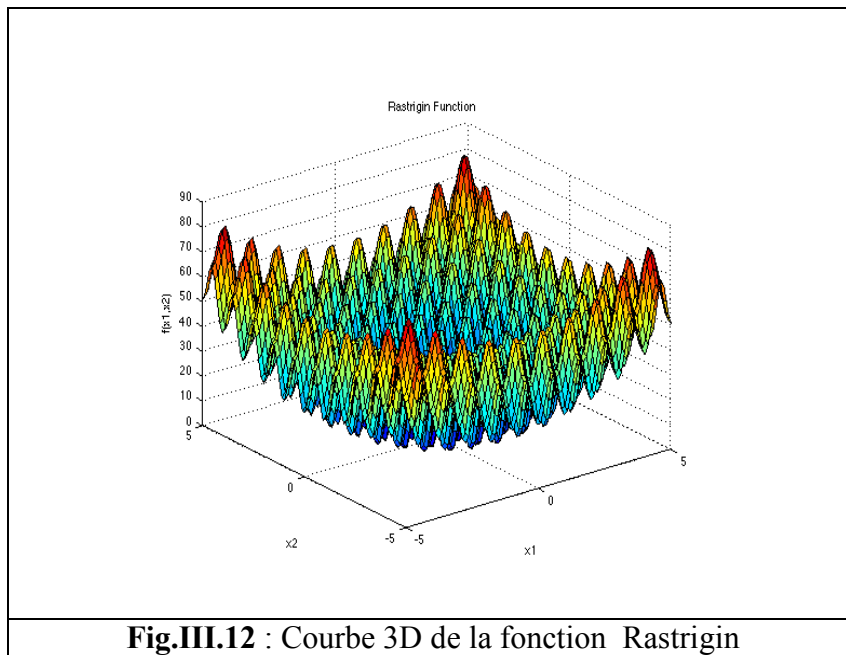
fx >>

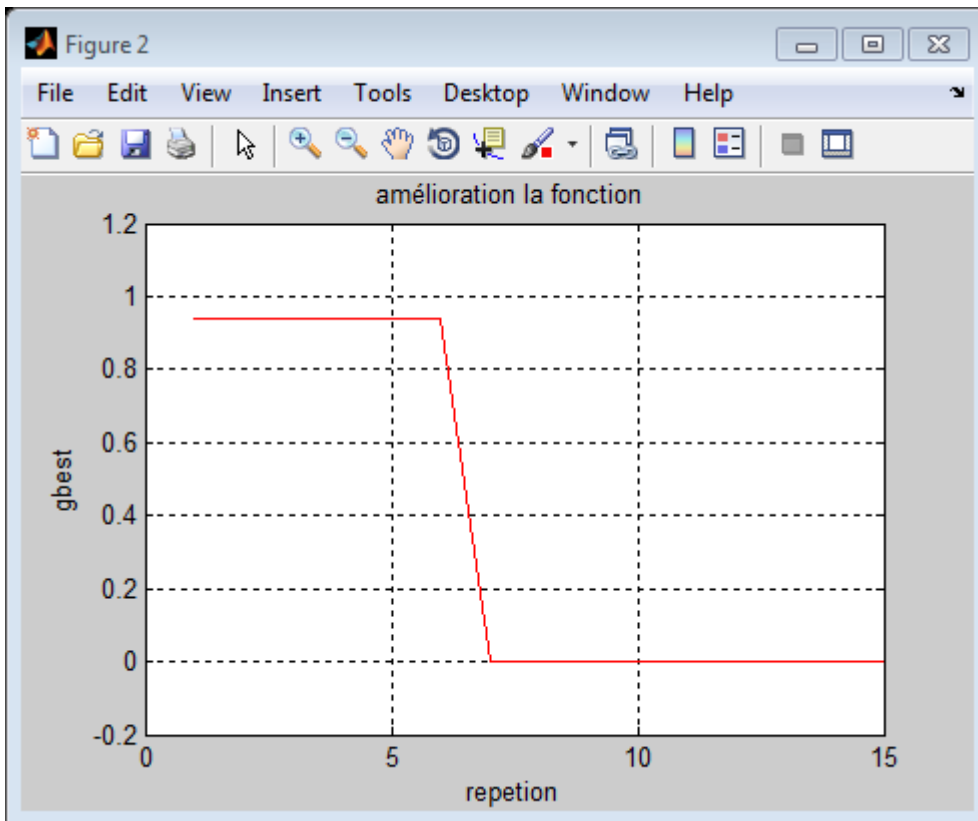
```

**Fig.III.11** : Résultat de calcul  $P_{best}$  et  $g_{best}$  sur command Window de MATLAB

**III.3.2.b La fonction Rastrigin:  
Pour une dimension D=3**

Rastrigin :  $f(x) = 10d + \sum_{i=1}^d [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)]$  Minimum global:  $f(x^*) = 0$ , at  $x^* = (0, \dots, 0)$





**Fig.III.14** : Calcule de la meilleure solution par PSO pour min(Rastrigin)

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Star
Problem Dimension: D=3
Swarm_size=35
Low_x=0
Up_x=10
repetition=15
iteration=25

ggbest =

    1.0e-05 *
    0.4533  0.4533  0.4533

ffbest =

    1.2232e-08

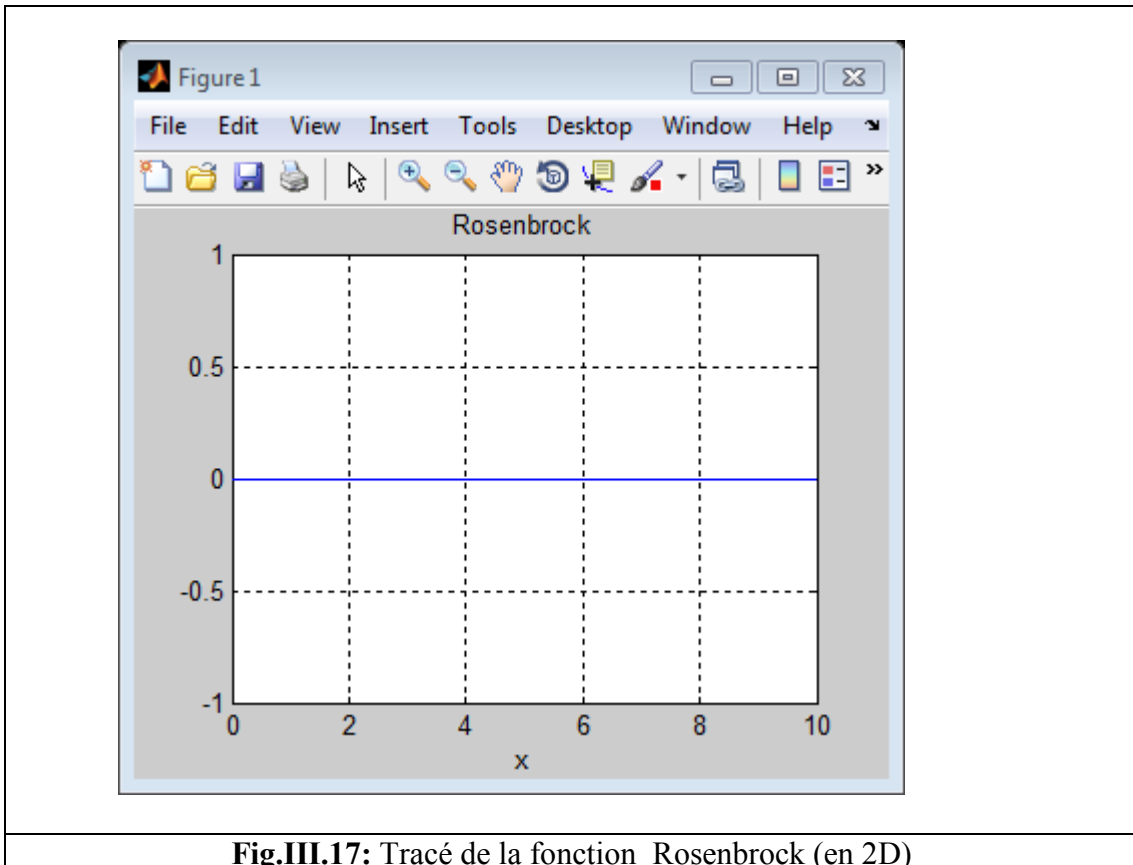
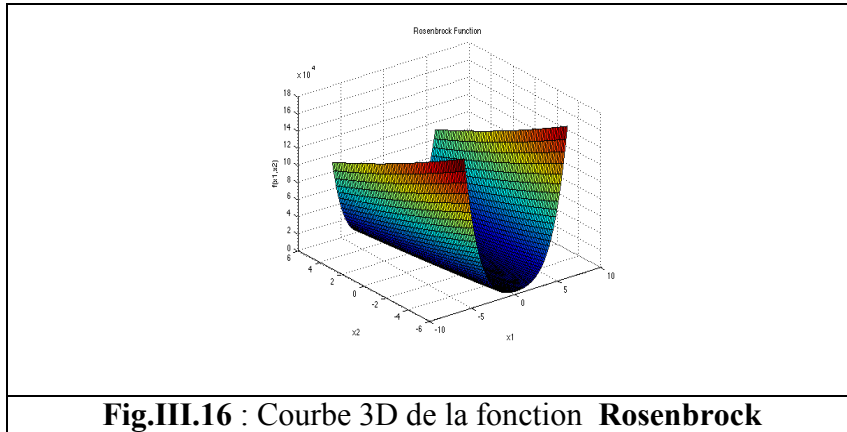
fx
  
```

**Fig.III.15** : Résultat de calcule  $P_{best}$  et  $g_{bes}$  sur command Window de MATLAB

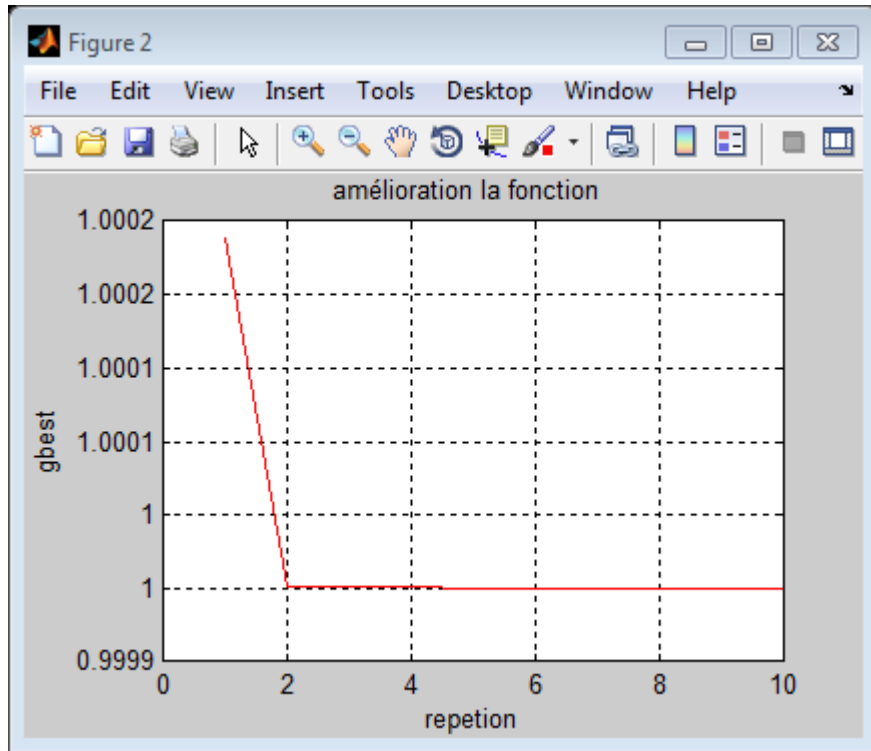
III.3.2.c La fonction Rosenbrock :

Pour dimension  $D=3$

Rosenbrock:  $f(x) = \sum_{i=1}^{d-1} \left[ 100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2 \right]$  Minimum global:  $f(x^*)=0$ , à  $x^*=(1, \dots, 1)$







**Fig.III.18 :** amélioration la fonction Rosenbrock

```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Star

Problem Dimension: D=3
Swarm_size=35
Low_x=0
Up_x=10
repetition=10
iteration=30

ggbest =

    1.0000    1.0000    1.0000

ffbest =

    4.1708e-11

fx >>
    
```

**Fig.III.19:** Résultat de calcul  $P_{best}$  et  $g_{best}$  sur command Window de MATLAB

### III.4. Le DFM (ou UDM) :

#### III.4.a.définition de module :

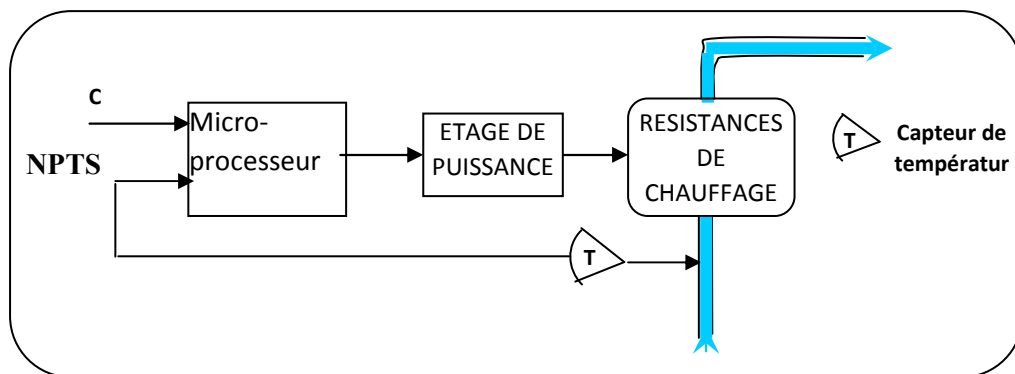
Ce module est indispensable car c'est dans ce dernier que s'effectue la composition de dialysât par le contrôle précis de l'eau et de concentré à des rapports bien déterminés. L'eau pur, spécial hémodialyse venant d'une station de purification arrive sur le générateur de dialyse; plus précisément va au module DFM où il sera chauffé dans un bac de chauffage à une température bien spécifiée puis à l'aide d'une vanne située à la sortie de ce bac, l'eau chaude est ramenée pour qu'elle soit mélangée avec le concentré ce dernier est aspiré par une pompe pour le faire pénétrer dans ce module pour qu'il rencontre l'eau avec un rapport de 1/34 l de concentré. Une fois le mélange est établi on aura le dialysât avec une température de 37.5°C ainsi nous aurons obtenu une substance imitant le plasma humain. Et c'est ce fluide qui pénètre dans le capillaire et rencontre le sang pour effectuer le lavage ou la purification de sang de ses déchets. Ainsi ce module doit contrôler : la pression, le débit, la température et la conductivité de dialysât.

#### III.4.b.Fonctions et modélisation :

On se limite à la modélisation de module de chauffage de générateur d'hémodialyse Gambro AK10 pour la régulation de température de dialysat pour imiter la température de plasma humain pour ne pas coaguler le sang pendant le lavage.

##### III.4.b.1. La température :

On présente le circuit résumé de la boucle de contrôle de la température

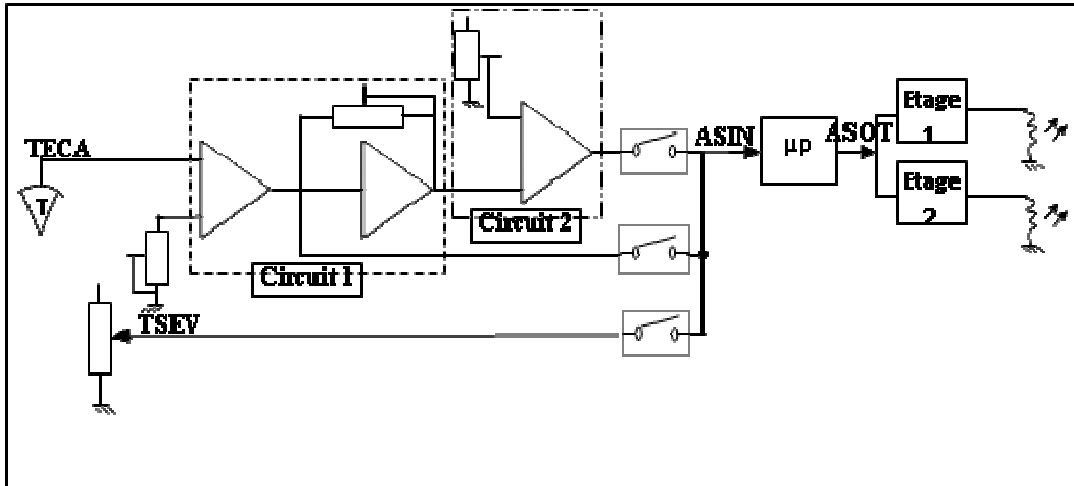


**Fig.III.20** : schéma simple de la boucle de contrôle de la température

C : TSEV (35- 40°C), est la valeur de consigne réglée par un potentiomètre externe, envoyé au microprocesseur.

**TECA** : la valeur de température captée dans le bac de chauffage.

Après que le microprocesseur compare les deux valeurs de température, il génère un signal de commande vers les deux étages de puissances pour qu'ils agissent à leur tour sur les résistances chauffantes. Ainsi, la régulation de température est effectuée.



**Fig.III.21** : Circuit électrique simplifié de la température

☞ **Circuit 1** : ce circuit est pour assurer la température entre 0 et 100°C, il est composé d'un amplificateur différentiel (**A.D**) et d'un amplificateur inverseur (**A.I**) à gain réglable mis en cascade.

Avec :  $V_{e1}=TECA$ ,  $V_{e2}=10.K$  ( $K=8.92.10^{-3} : 1.23.10^{-2}$ ),  $Z_1=R_1=10\text{ K}\Omega$ ,  $Z_2=R_2=\frac{10^5}{1+0.33p}$ ,

$Z_3=R_3=10\text{ K}\Omega$ ,  $Z_4=R_4=100\text{ K}\Omega$  (pour **A.D**).

$Z_1=R_1=10\text{ K}\Omega$ ,  $Z_2=R_2=240 : 290\text{ K}\Omega$ , posons  $K'=Z_2/Z_1 \Rightarrow K'=24 : 29$  (pour **A.I**).

Alors la sortie sur ASIN est :

$$V_{s1} = K \left[ \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} - \frac{10}{1 + 0.33p} V_{e1} \right] \quad (\text{III-1})$$

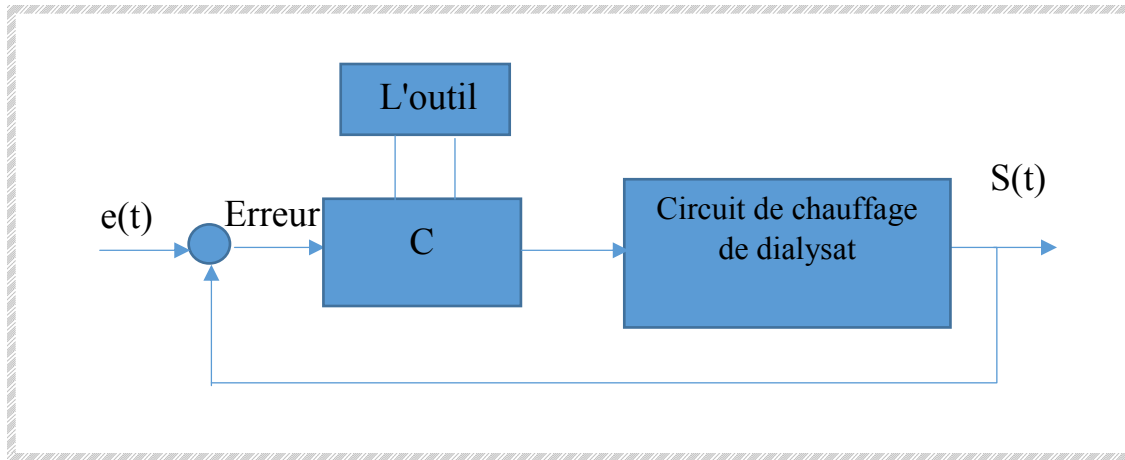
☞ **Circuit 2** : ce circuit doit assurer la température entre 32.5°C et 42.5°C. Électriquement c'est un amplificateur différentiel.

Avec :  $V_{e1}=V_{s1}$  : la sortie de circuit 1,  $V_{e2}=10.K_1$  ( $K_1=0.3125 : 0.4166$ )

$$V_{s2}=11.67(V_{e1}-V_{e2})$$

**III.5. Système de contrôle de la température de dialysat :**

Pour contrôler la température de dialysat nous avons proposé le système asservi représenté sur la Fig.III.22



**Fig.III.22 :** système de commande de la température de dialysat

C : correcteur PID on va l'utiliser pour contrôler le système température de dialysat

L'outil (PSO) : pour estimer les paramètres de correcteur

**III.6. Modélisation de circuit de chauffage :**

**TECA :** la valeur de température captée dans le bac de chauffage.

$$TECA = V_{e1} = V_{s1}, V_{e1}=TECA, V_{e2}=10.K (K=8.92.10^{-3} : 1.23.10^{-2}), K=0.0123, V_{e2} = 10*K=0.123$$

$$V_{s1} = \left[ \frac{(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} - \frac{10}{1 + 0.33} V_{e1} \right] \Rightarrow V_{s1} + \frac{10}{1 + 0.33} V_{e1} K = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2}$$

$$\Rightarrow V_{s1} \left[ 1 + \frac{10}{1 + 0.33} K \right] = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} \Rightarrow V_{s1} \left[ \frac{1 + 0.33p + 10K}{1 + 0.33} \right] = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2}$$

$$\Rightarrow V_{s1} = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p} V_{e2} * \frac{1 + 0.33p}{1 + 0.33p + 10K} \Rightarrow V_{s1} = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{1 + 0.33p + 10K} V_{e2}$$

$K*10=0.123$	$1.123*10=11.23$
$0.33*10=3.3$	$V_{e2} = 10*K=0.123$

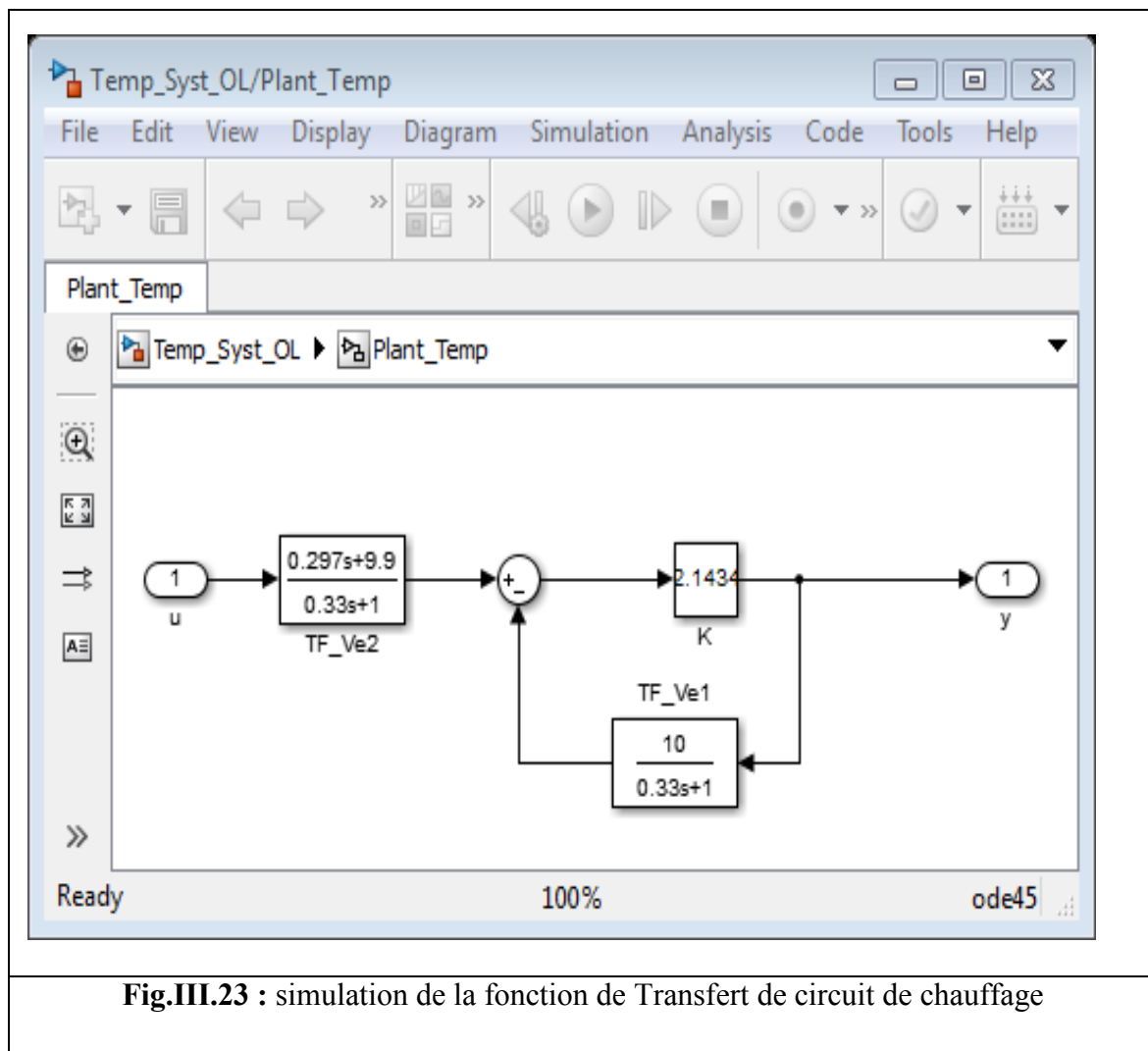
$$\Rightarrow \frac{10}{10} V_{s1} = K \frac{0.9(11 + 0.33p)}{0.33p + 1.123} V_{e2} * \frac{10}{10} \Rightarrow V_{s1} = 0.123 \frac{0.9(11 + 0.33p)}{0.33p + 1.123} 0.123$$

### III.7. Simulation MATLAB de système de contrôle de la température de dialysat :

Dans cette partie, on simuler le système de chauffage par SIMULINK de Matlab, et on va examiner quatre types de boucles et de comparer les résultats.

#### III.7.1 Boucles ouvert :

La valeur de la température de dialysat doit être entre les limites (35- 40°C),



**Fig.III.23** : simulation de la fonction de Transfert de circuit de chauffage

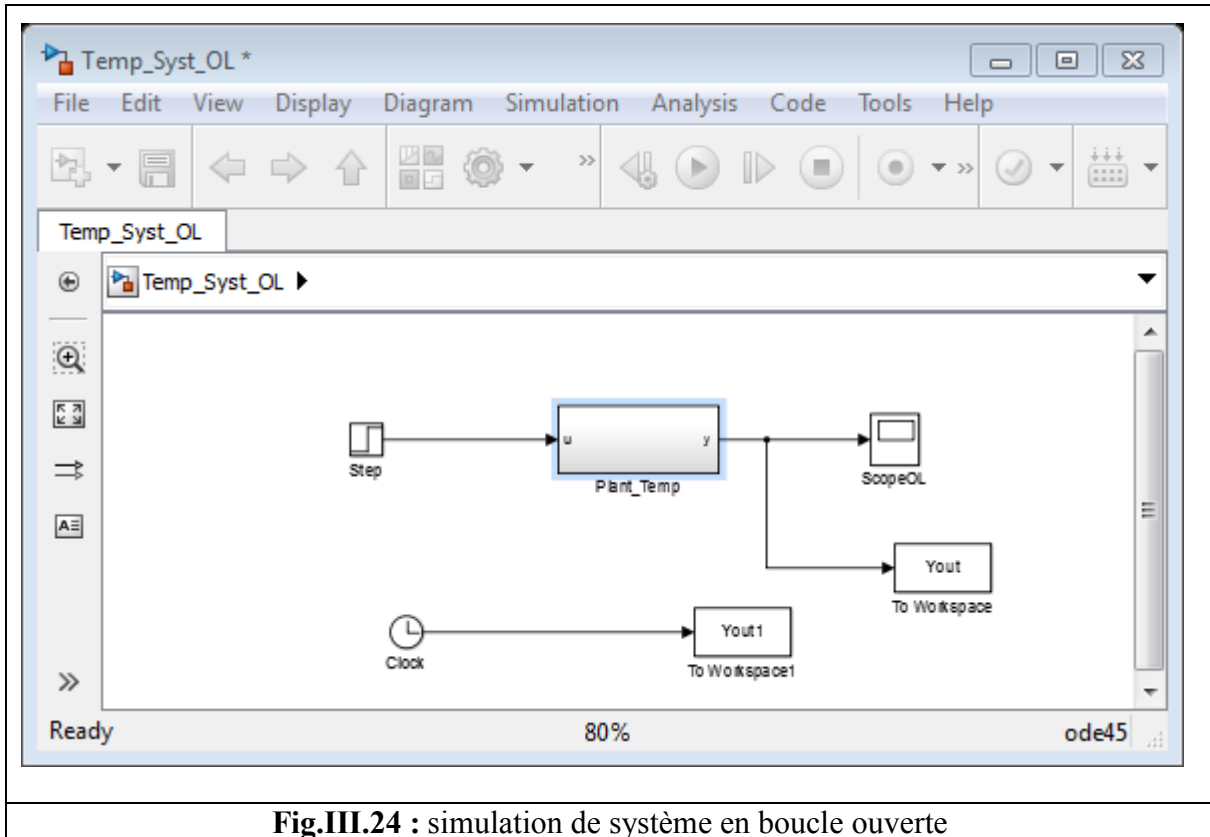


Fig.III.24 : simulation de système en boucle ouverte

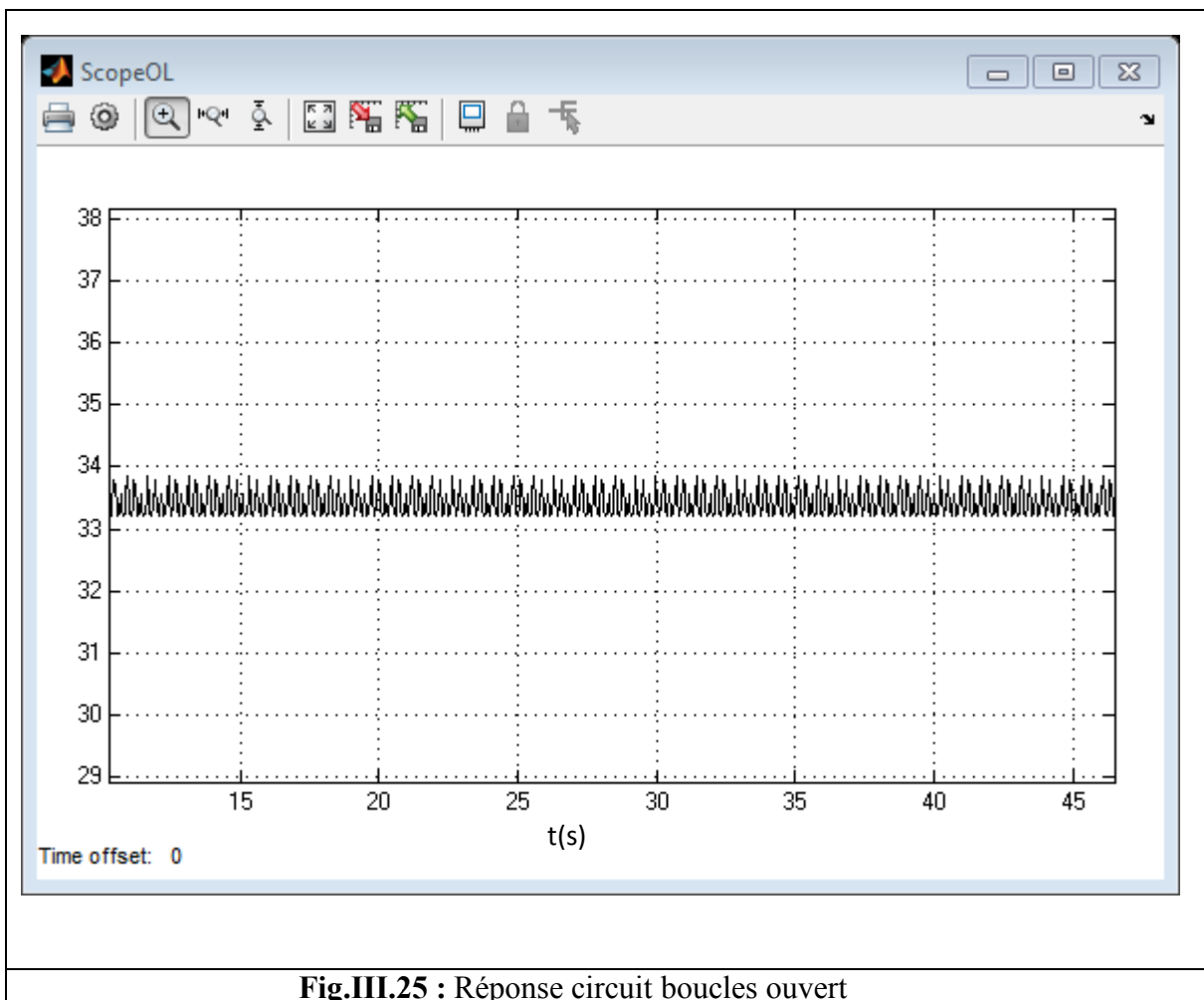


Fig.III.25 : Réponse circuit boucles ouvert

III.7.2.boucles ferme (retour unitaire sans correcteur):

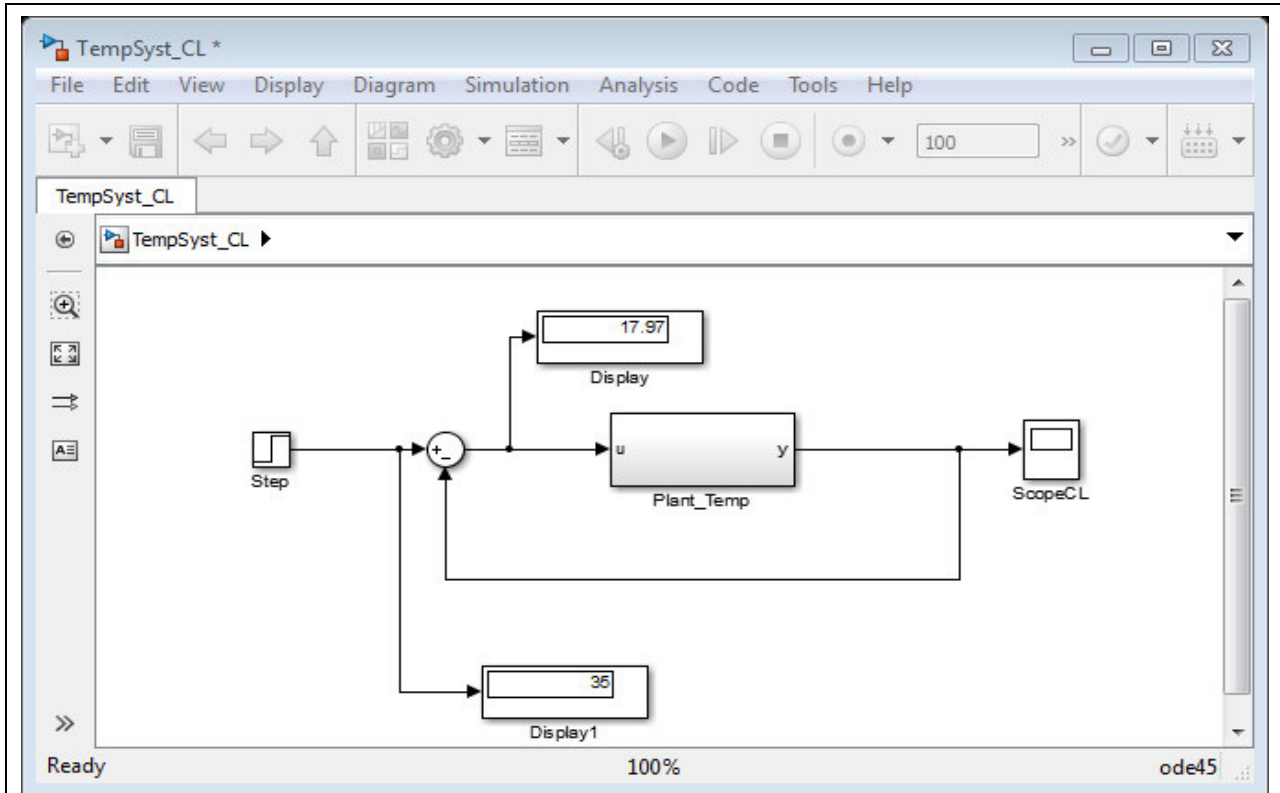


Fig.III.26 : simulation de system en boucles ferme

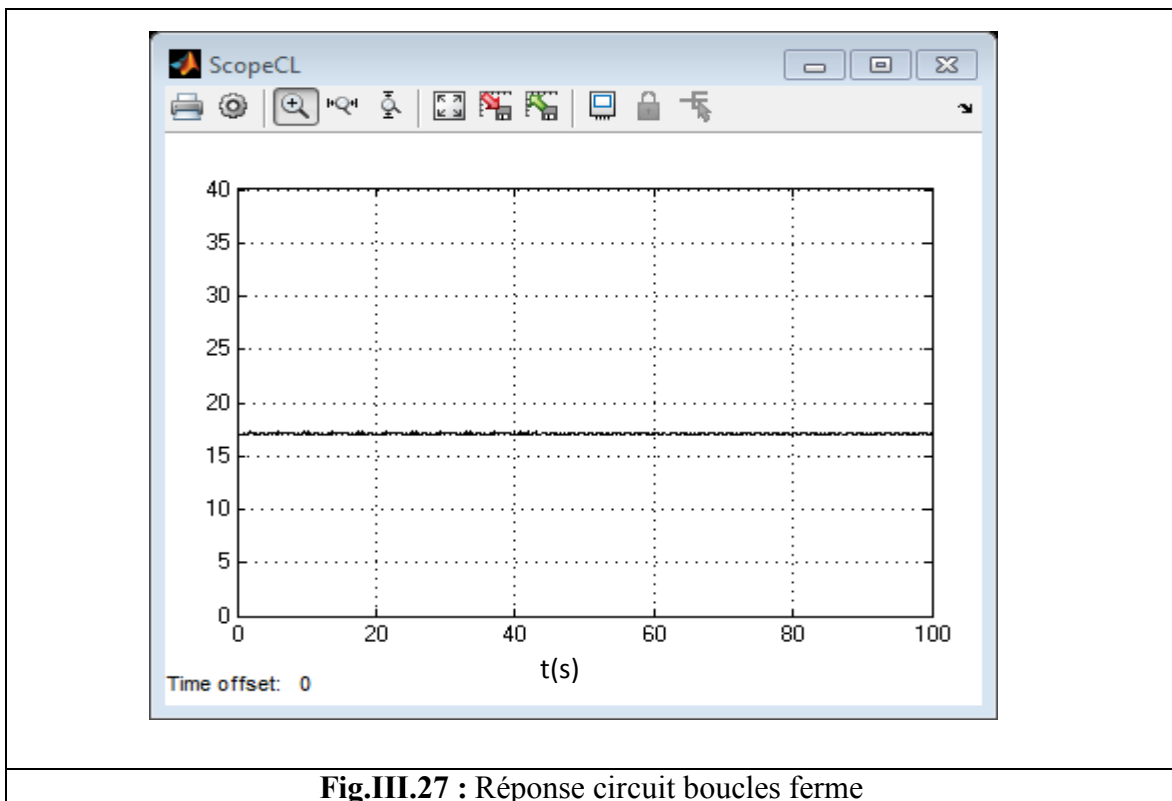


Fig.III.27 : Réponse circuit boucles ferme

III.7.3.boucles ferme (avec PID proposé) :

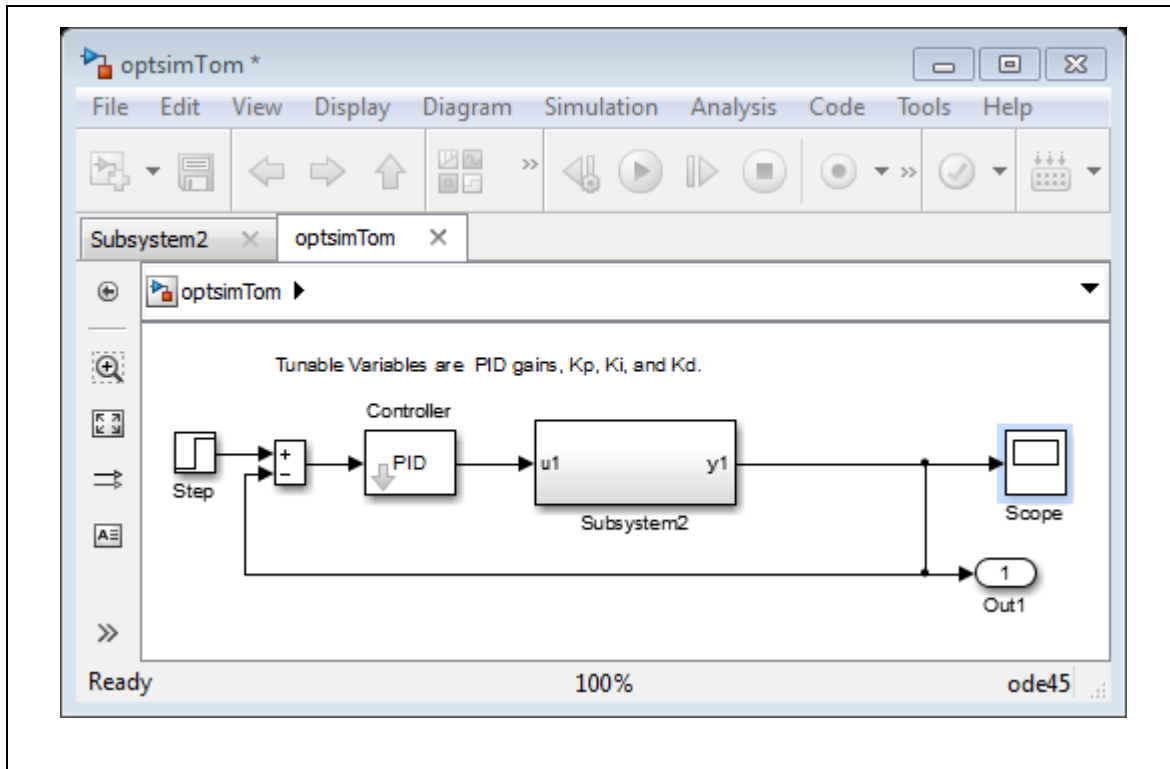


Fig.III.28 : simulation de system en boucles ferme (avec PID proposé)

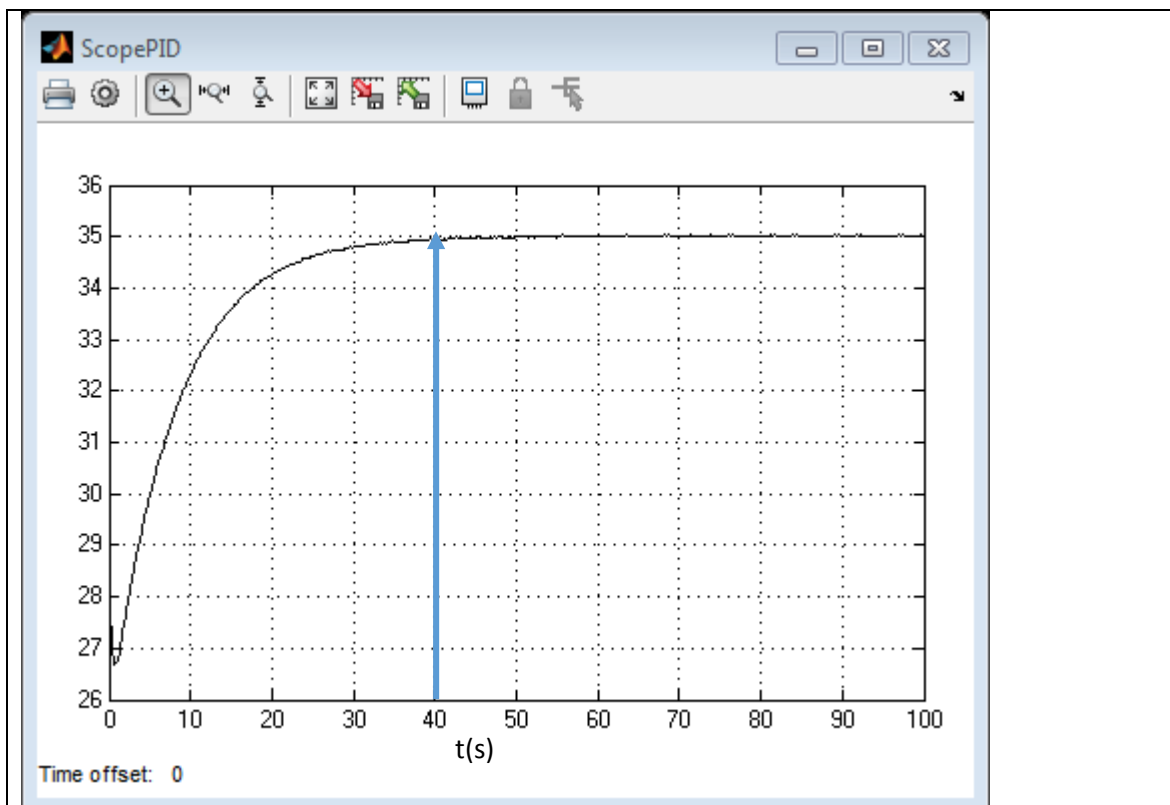
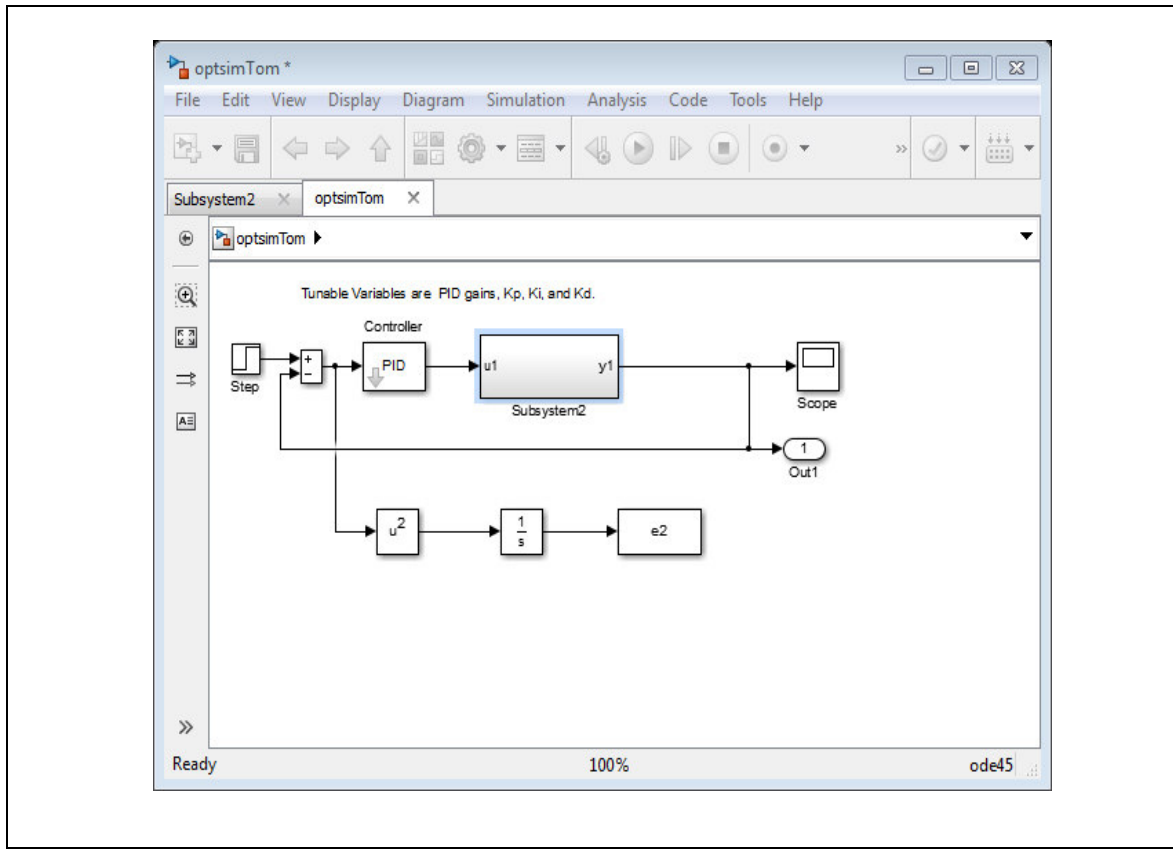


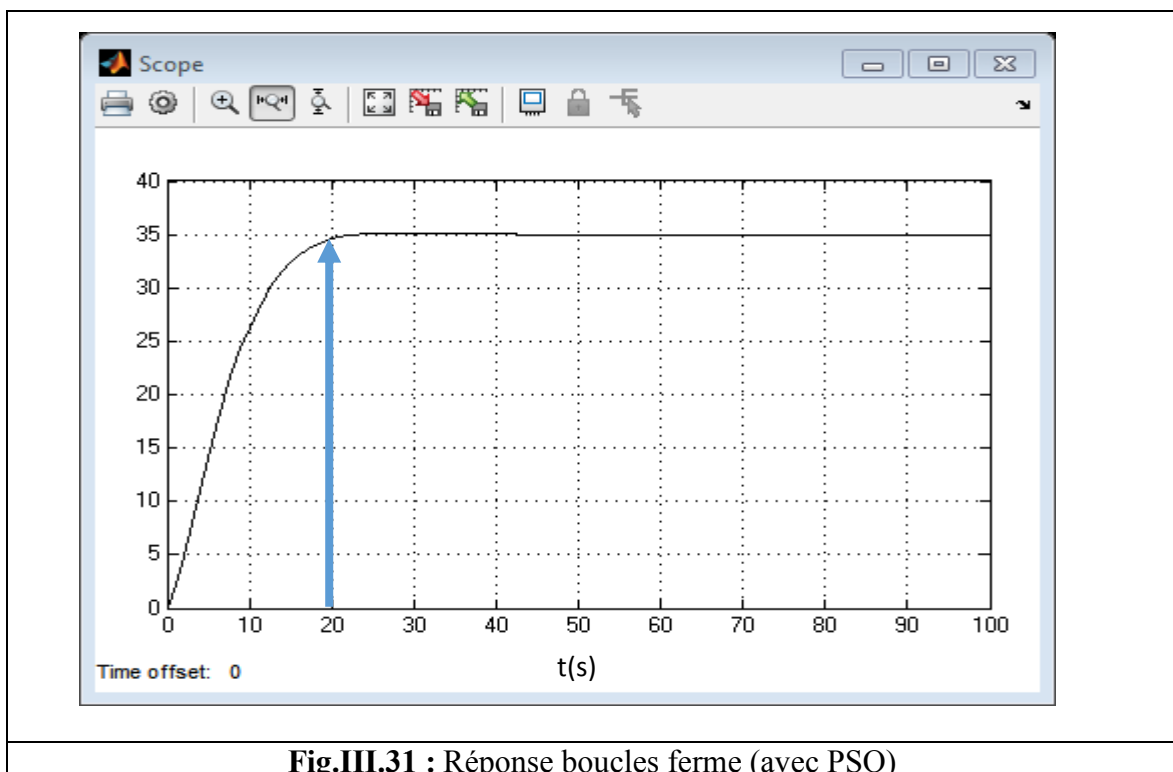
Fig.III.29 : Réponse circuit boucles ferme (avec PID proposé)



**III.7.4.boucles ferme (avec PSO) :** Paramètre : swarm size=35 repetition=2 itiraition=2



**Fig.III.30 :** simulation de system en boucles ferme (avec PSO)( repetition=2 itiraition=2)



**Fig.III.31 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)

Pour température =40 Paramètre : swarm size=35 repention=2 itération=2

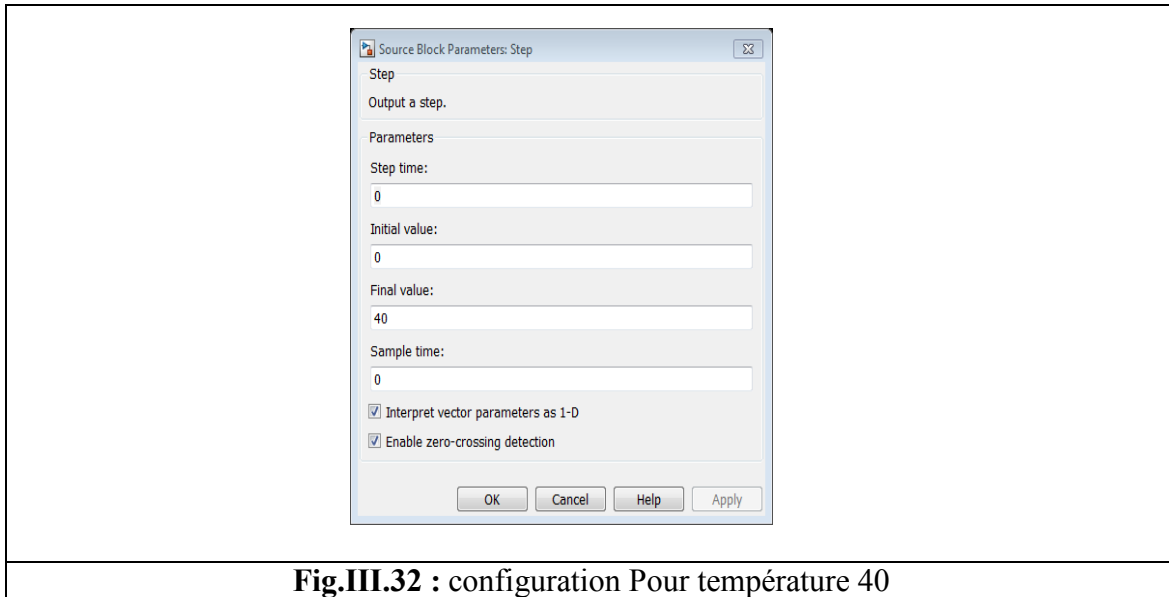


Fig.III.32 : configuration Pour température 40

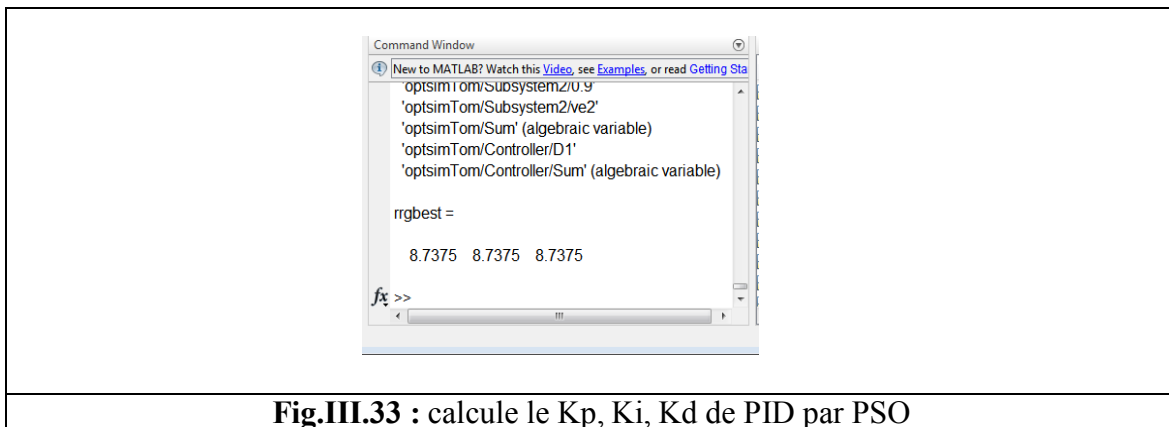


Fig.III.33 : calcule le Kp, Ki, Kd de PID par PSO

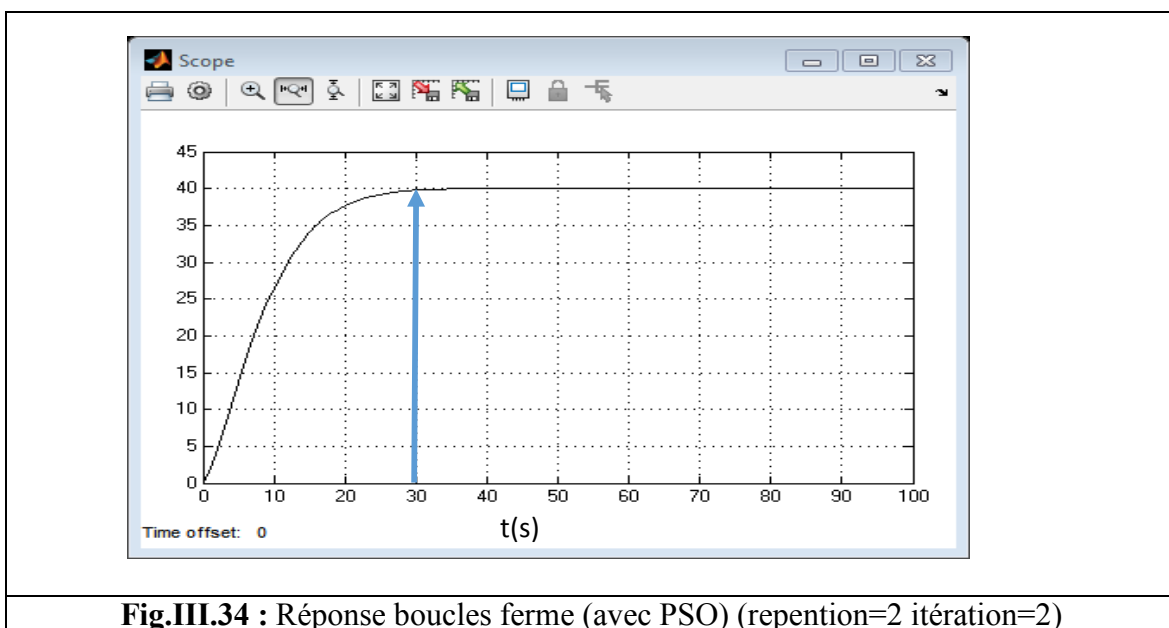
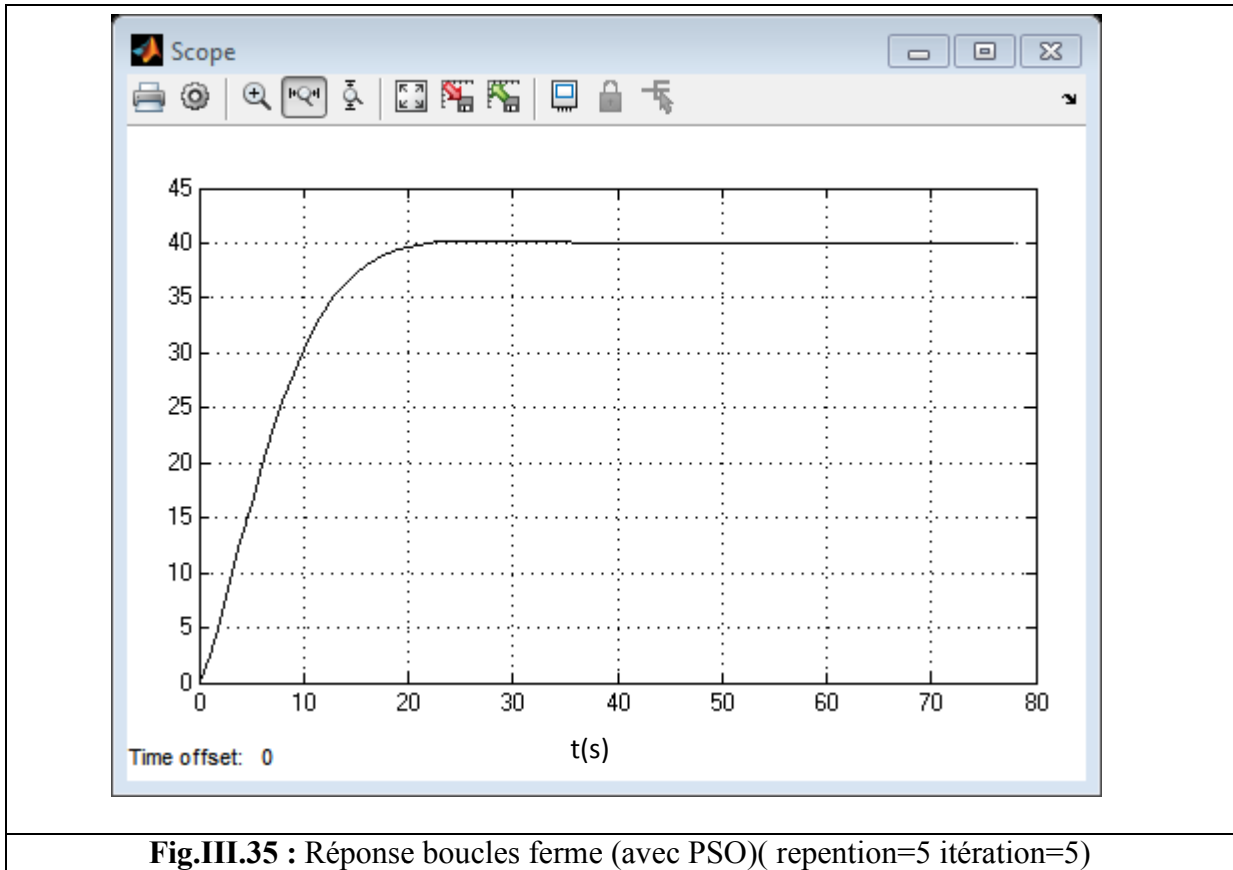
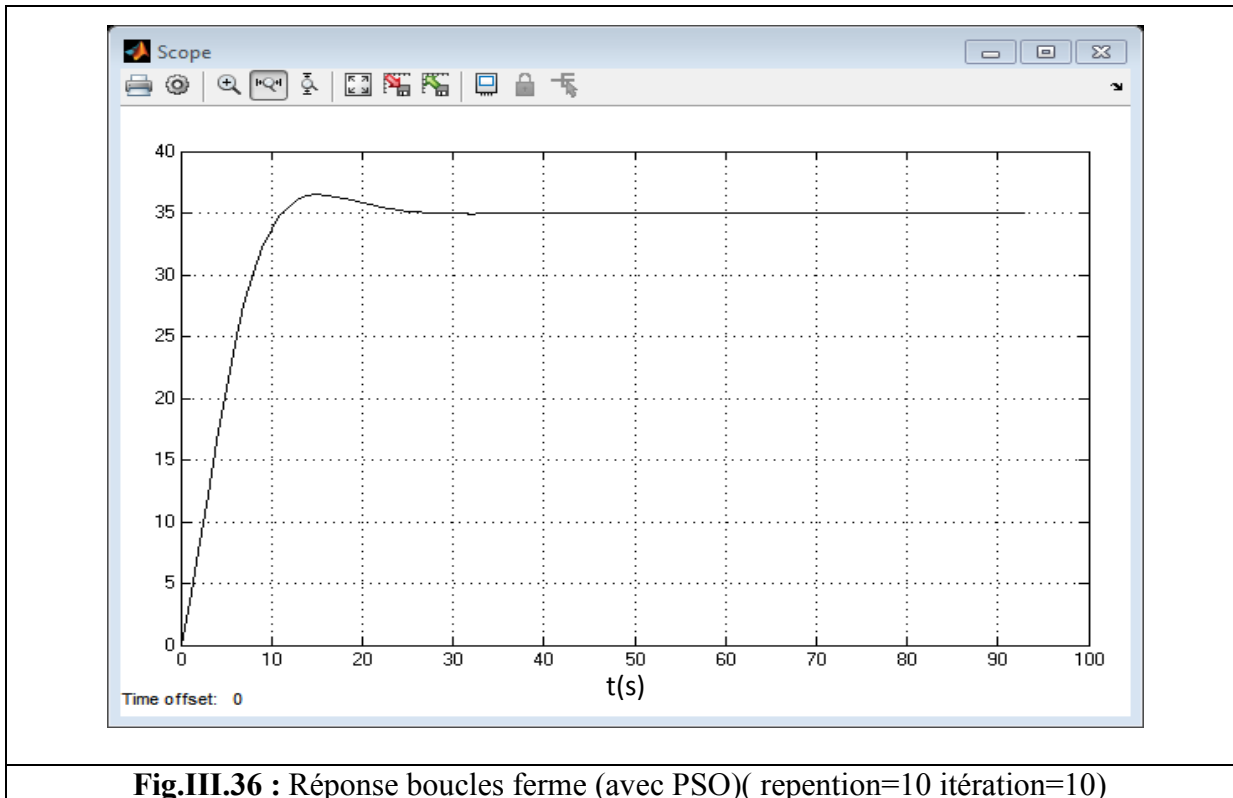


Fig.III.34 : Réponse boucles ferme (avec PSO) (repention=2 itération=2)

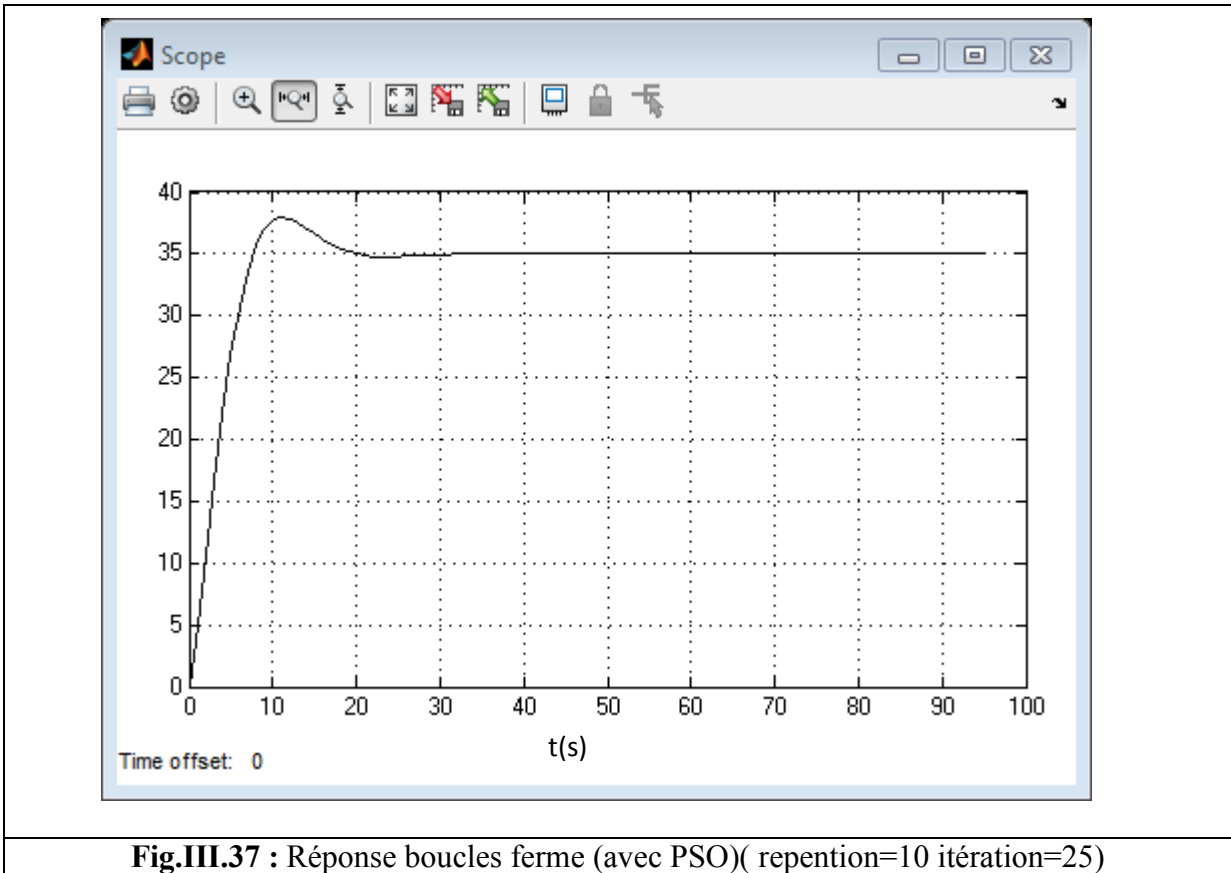
Paramètre : repention=5 itération=5



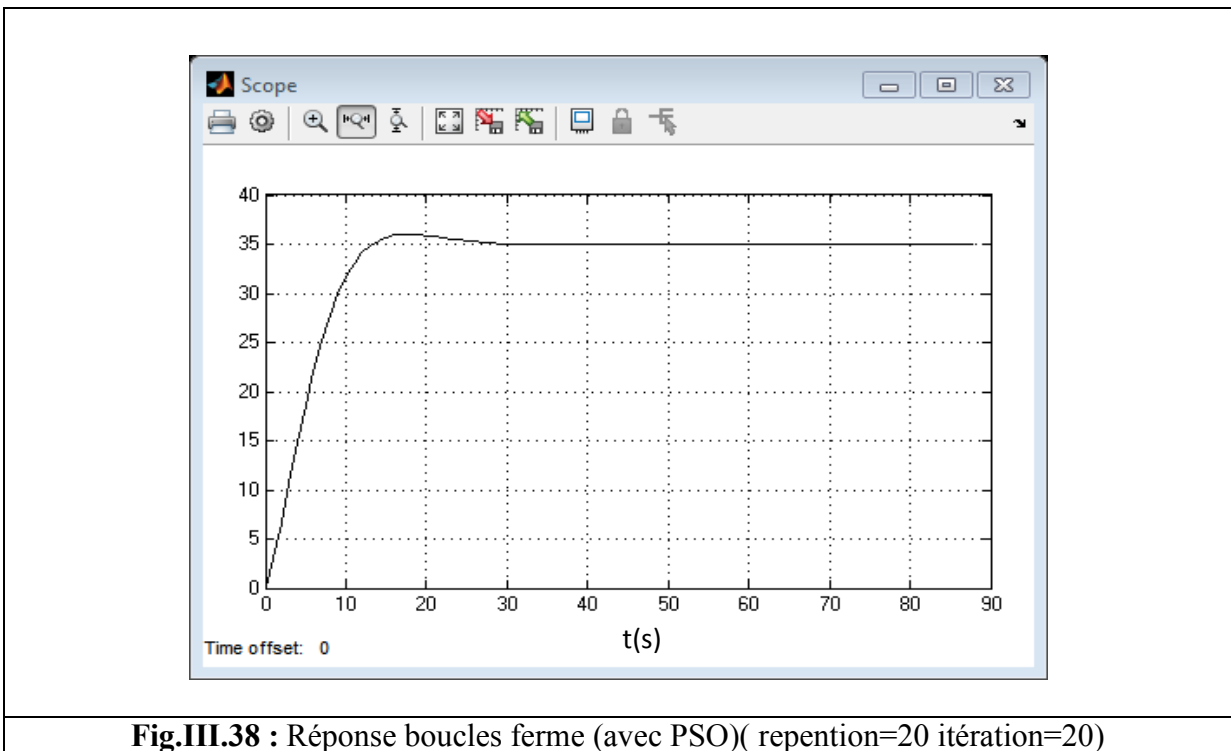
repention=10 itération=10



repention=10 itération=25



repention=20 itération=20



III.8. comparaison des résultats :

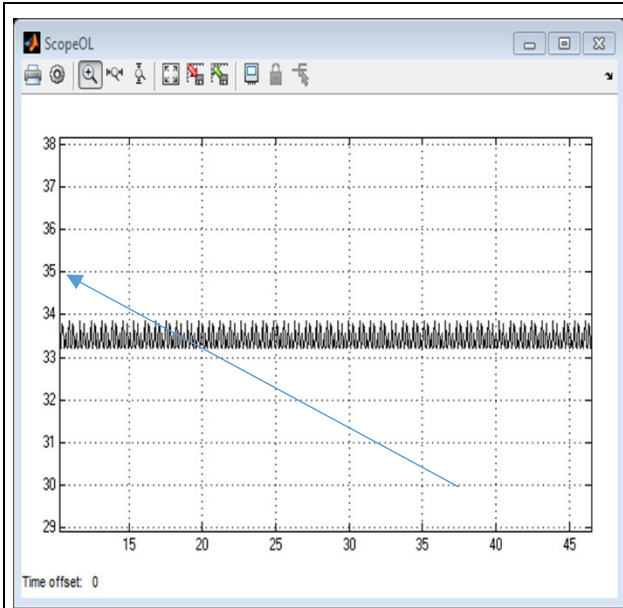


Fig.III.25 : Réponse circuit boucles ouvert

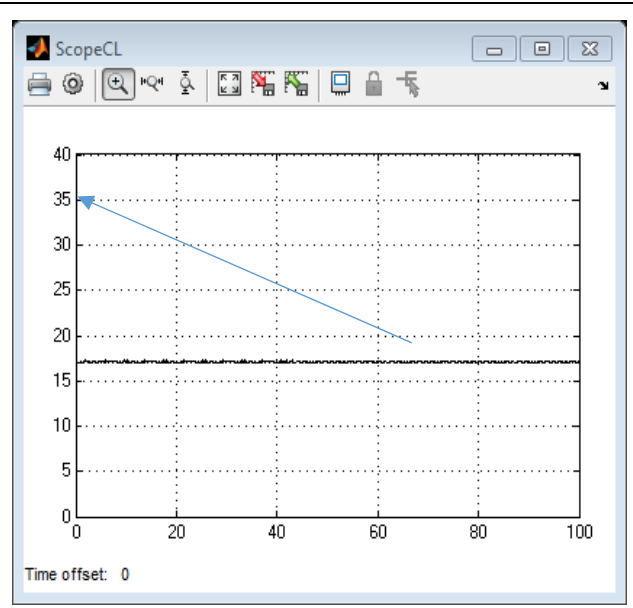


Fig.III.27 : Réponse circuit boucles ferme

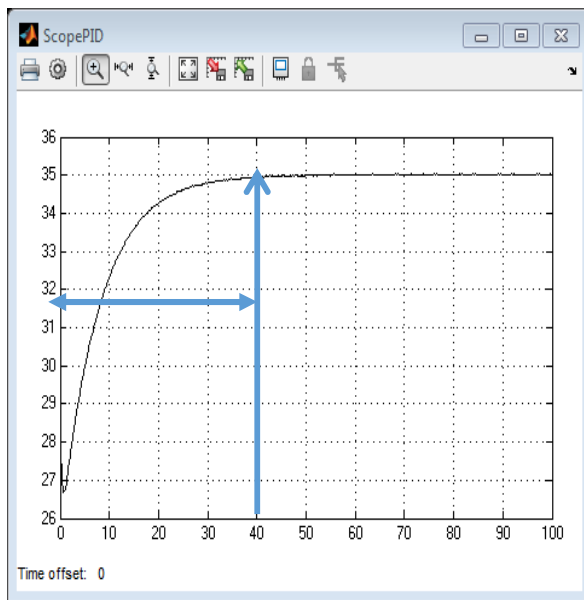


Fig.III.29 : Réponse circuit boucles ferme (avec PID proposé)

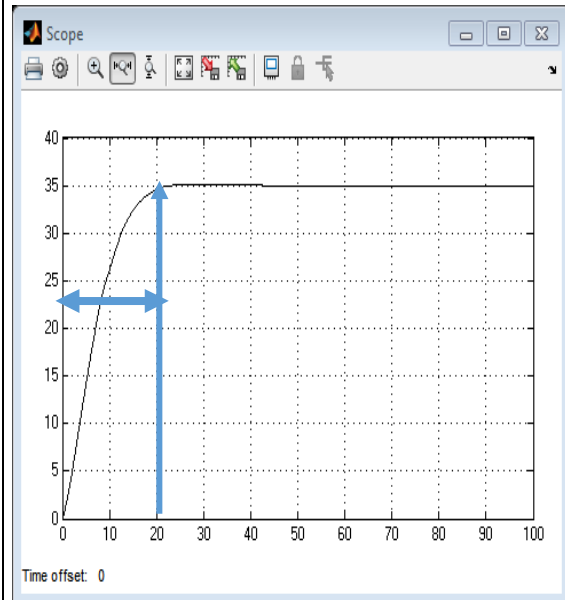
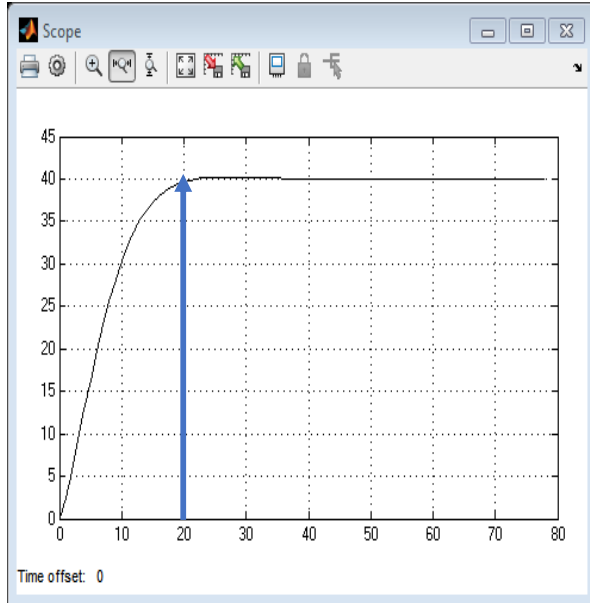
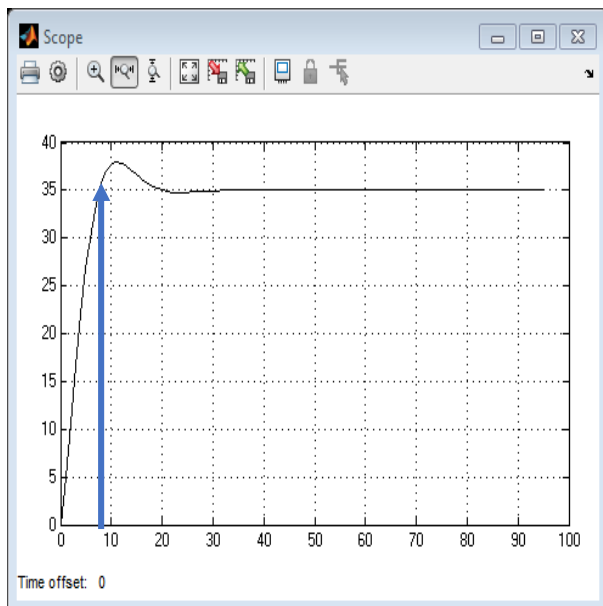
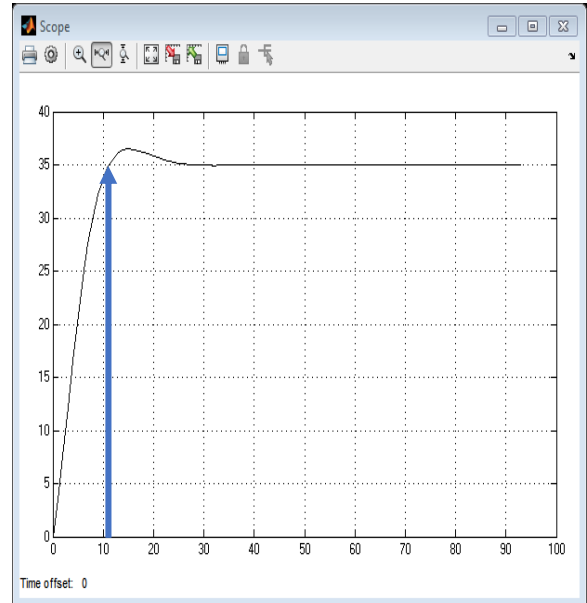


Fig.III.34 : Réponse boucles ferme (avec PSO)

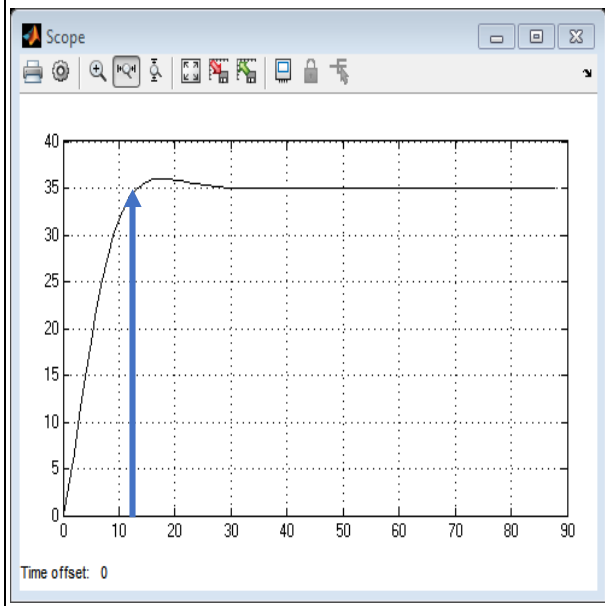
**Fig.III.35 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=5 itération=5)



**Fig.III.36 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=10 itération=10)



**Fig.III.37 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=10 itération=25)



**Fig.III.38 :** Réponse boucles ferme (avec PSO)( repention=20 itération=20)

Le temps de latence de la courbe au système permanent joue un rôle important dans l'ensemble du matériel et de contrôler l'agitation joue un principal également important dans le contrôle de ces éléments causer à obtenir les meilleurs résultats, en plus de travail pour le débogage automatique également.

Comme le choix de quatre types de circuits nous permet de comparer les résultats par comparaison et obtenir les meilleurs résultats pour le circuit pour être le meilleur.

Fig. III. 25 nous montre(Réponse circuit boucles ouvert) , qui est si mauvaise que la présence de beaucoup d'agitation sans température portée à être accessible , ce qui génère le processus de coagulation du sang durant purifiée.

En revanche la Fig.III.27, qui est le résultat de (Réponse circuit boucles ferme) , ce qui était moins trouble , comparativement à Fig.III.25 qu'il est mauvais pour l'existence d'une perturbation importante de la non- obtention de la température désirée accessible .

Pour la courbe de la Fig.III.29 est la meilleure comparaison de la figure 27 et la figure 25 , avec la présence de troubles pendant atteindre système permanent , une température de 35 et un retard d'environ 40 par rapport à la Fig.III.34 , les conséquences de mauvais résultats sont mieux représentés dans la figure 34, dont les résultats ( paramètre de circuit fermé ) ( PSO ) qui a été atteint pour le système permanent rapide et moins trouble .

L'amélioration du système de contrôle de la température dialysat par algorithme (PSO) joue un rôle important et cela indique que le chiffre 34 comme le reste des formes aussi.

Fig.III.35 et Fig.III.36 Fig. III. 37 Fig.III.38 que chaque fois que l'augmentation de la répétition du processus pour le travail de l'algorithme chaque fois que les résultats sont meilleurs et il était temps pour atteindre le niveau du système permanent plus rapidement et avec un minimum de perturbation.

**III.9.conclusion**

L'utilisation de ce système joue un rôle important dans l'amélioration de température de dialysat, ce qui prouve à nous l'algorithme d'optimisation par essaim a contribué ou non sont permis de contrôler le réglage de la température ne se limite pas seulement à la modification a également contribué à améliorer la vitesse de donner la bonne température



## Résumé

### Résumé

Le domaine de l'intelligence artificielle permet de trouver les meilleures solutions et a de nombreux algorithmes

Le choix d'un algorithme d'Optimisation par essaims particulaires est l'un des meilleurs algorithmes à usages multiples et de travailler à l'amélioration.

L'algorithme nous a montré comment notre amélioration de la qualité en contrôlant la température de la solution et non pas seulement d'améliorer la suffisance a contribué à donner les meilleurs résultats

### ملخص

إن مجال الذكاء الصناعي يسمح بإيجاد الحلول وأفضلها وقد تعددت خوارزمية

إن اختيار خوارزمية سرب الطيور الامثل هي من أفضل الخوارزميات التي تتعدد استخداماتها والتي تعمل في التحسين.

وقد برهنت لنا الخوارزمية لنا ما مدى جودتها في التحسين من خلال التحكم في درجة حرارة المحلول وعدم اكتفاء بتحسين فقط فقد ساهمت في اعطاء أفضل النتائج

### Abstract

The field of artificial intelligence allows finding the best solutions and has numerous algorithm

The choice of a particle swarm optimization algorithm is one of the best algorithms with multiple uses and working in the improvement.

The algorithm has shown us how our quality improvement by controlling the temperature of the solution and not just to improve the sufficiency has contributed to give the best results



- [1] [http://www.scholarpedia.org/article/Particle\\_swarm\\_optimization](http://www.scholarpedia.org/article/Particle_swarm_optimization)
- [2] Abbas el dor \Perfectionnement des algorithmes d'Optimisation par Essaim Particulaire. Applications en segmentation d'images et en électronique\ (MSTIC, E.D. 532)\ 5 décembre 2012
- [3] Maurice Clerc\L'optimisation par essaim particulaire\France Télécom R&D\Tutoriel pour OEP 2003
- [4] Mr BOUZID Allal El Moubarek\Optimisation par la méthode des essais particulaires D'une fonction trigonométrique\Année universitaire 2008-2009
- [5] Mr .ABDELMALEK\L'application de la méthode d'essaim particulaire\Promotion 2008-2009
- [6] Antoine Dutot et Damien Olivier\Optimisation par essaim de particules Application au problème des n-Reines\25 rue Philippe Lebon 76600 Le Havre
- [7] Mme SLIMANI Linda\Contribution à l'application de l'optimisation par des méthodes métaheuristiques à l'écoulement de puissance optimal dans un environnement de l'électricité dérégulé.\ 2008/2009
- [8] <http://pdf.medicaexpo.com/pdf/nikkiso-europe/dbb-07/76918-106097.html>
- [9] <http://soutien67.free.fr/svt/homme/corps/corps%20humain.html>
- [10]<http://anatomieludique.unblog.fr/le-systeme-urinaire/>
- [11]<http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/rein/9006-insuffisance-renale-dialyses.htm>  
\doctissimo
- [12] <http://www.gambro.com/en/ca-fr/Patient-information/Living-with-kidney-disease/Treatment-options/Transplantation/gambro>
- [13] [http://californiakidneyspecialists.com/?page\\_id=27](http://californiakidneyspecialists.com/?page_id=27)
- [14]<http://www.soc-nephrologie.org/epublic/information/dialyse.htm> \ Société de Néphrologie\8 juillet 2005\
- [15] <http://www.renalloo.com/infos-sante2/la-dialyse>\renalloo\24 avril 2012 08:35



[16] [http://dialyse-infos.fr/crbst\\_210.html](http://dialyse-infos.fr/crbst_210.html)

[17] [http://www.leharicot.com/infos/traitements\\_hemod.htm](http://www.leharicot.com/infos/traitements_hemod.htm) leharicot\jeudi 15 janvier 2007

[18] Georges Le Breton\Paroles de dialysé\ Paris(5-7, rue de l'école-polytechnique)\ 75005 \ 1 janv. 2011

[19][http://books.google.dz/books?id=5edfAQAAQBAJ&pg=PA44&dq=le+dialysat&hl=fr&sa=X&ei=IZILU\\_TVCMHjywPxuYLYBQ&ved=0CEcQ6AEwBQ#v=onepage&q=le%20dialysat&f=false](http://books.google.dz/books?id=5edfAQAAQBAJ&pg=PA44&dq=le+dialysat&hl=fr&sa=X&ei=IZILU_TVCMHjywPxuYLYBQ&ved=0CEcQ6AEwBQ#v=onepage&q=le%20dialysat&f=false)

[20] N.K. Mai et M.TouamR et Jungers\Hémodialyse de suppléance - 2e éd.\ Paris(II, rue Lavoisier)\ 75008 \ 1 févr. 2010

[21]GUIDE DU PATIENT DIALYSÉ \Avenue Alexis Godillot\83400\ HYERES

[22]Allen R. Nissenson, Richard N. Fine. \ HANDBOOK OF DIALYSIS THERAPY, 4th EDITION.\ 1800 \ 28 sept. 2007

[23] <http://pdf.medicalexpo.com/pdf/nikkiso-europe/dbb-07/76918-106097.html>

[24]<http://www.achats-publics.fr/MEDICAL/Dm/Dialyse/Artis/Artis.pdf>

[25] [http://www.nipro.co.jp/en/products/renal/dialysis\\_machine/index.html](http://www.nipro.co.jp/en/products/renal/dialysis_machine/index.html)

[26] [http://jeanclaude.puente.free.fr/Nature\\_Rouages/RouagesReins.php](http://jeanclaude.puente.free.fr/Nature_Rouages/RouagesReins.php)

# Sommaire

---

## Sommaire

Introduction generale..... A

### CHAPITRE I : OPTIMISATION PAR ESSAIM DEPARTICULES

I.1.Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.Description informelle .....	Erreur ! Signet non défini.
I.3. Initialisation .....	Erreur ! Signet non défini.
I.4.Définition du voisinage.....	Erreur ! Signet non défini.
I.5.caractéristique (ou avantages) des PSO .....	Erreur ! Signet non défini.
I.6. Configuration de la méthode.....	Erreur ! Signet non défini.
6.1 Nombre de particules : .....	Erreur ! Signet non défini.
6.2 Topologie du voisinage .....	Erreur ! Signet non défini.
I.7. l’algorithme PSO .....	Erreur ! Signet non défini.
I.7.1. Paramètres de l’algorithme .....	Erreur ! Signet non défini.
I.7.2. Vitesse maximale .....	Erreur ! Signet non défini.
I.8.L’organigramme de principe de la méthode des essaims particuliers .....	Erreur ! Signet non défini.
I.8.1 Principe de fonctionnement : .....	Erreur ! Signet non défini.
I.8.2Schéma de principe de l’algorithme est donné l’organigramme suivant ...	Erreur ! Signet non défini.
9. Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.

### CHAPITRE II : L’HEMODIALYSE

II.1.historique. ....	Erreur ! Signet non défini.
II.2.introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
II.3.Les reins .....	Erreur ! Signet non défini.
II.4.Les différents types de dialyse : .....	Erreur ! Signet non défini.

# Sommaire

---

II.4.a.La dialyse péritonéale(DP) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.4.b. Techniques de transplantation rénale .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.4. c. Techniques de L'hémodialyse(HD) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.5. le générateur de dialyse : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.5. a) Circuit sang .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.5. b) Circuit dialysat.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.5. c) Circuit dialysat.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.6.Fonctions de base d'un générateur .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.7.Le principe de la dialyse :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.7.1. Le dialyseur ou rein artificiel .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.7.2. Le circuit sang :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.7.3. Le dialysat.....	24
II.8 .Dialyseurs .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.9. Circuit Dialysat.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.9.b) Circulation de Dialysat .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.9.b.1 Dialysat : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.9.b.2 généralité de circulation de Dialysat .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II.10. Quelques générateurs d'hémodialyse commercialisés .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
11. Conclusion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## CHAPITRE III : REALISATION PRATIQUE

III.1 Introduction : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.2 Algorithme d'optimisation par essaim de particules.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3. Tests de l'algorithme PSO :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
III.3.1 Test en maximisation de fonction :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

# Sommaire

---

III.3.1.a. Fonction : $f(x)=15*x-x^2$ :	Erreur ! Signet non défini.
Tab.III.1 : résultat de calcul : $f(x)=15*x-x^2$ sur Microsoft Excel	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1.b. Test de la fonction par PSO sous MATLAB :	Erreur ! Signet non défini.
III.2.a.b.1 Pour calculer la valeur maximale	Erreur ! Signet non défini.
III.3.2 Tests en minimisation de fonctions :	Erreur ! Signet non défini.
III.3.2.a La fonction Alpine:	Erreur ! Signet non défini.
Tab.III.2 : Résultat de calcul $f_{Alpinex}$ sur Microsoft Excel	Erreur ! Signet non défini.
III.3.2.b La fonction Rastrigin:	Erreur ! Signet non défini.
III.3.2.c La fonction Rosenbrock	Erreur ! Signet non défini.
III.4. Le DFM (ou UDM)	Erreur ! Signet non défini.
III.4.a.définition de module :	Erreur ! Signet non défini.
III.4.b.Fonctions et modélisation :	Erreur ! Signet non défini.
III.4.b.1. La température :	Erreur ! Signet non défini.
III.5. Système de contrôle de la température de dialysat.	Erreur ! Signet non défini.
III.6. Modélisation de circuit de chauffage	Erreur ! Signet non défini.
III.7. Simulation MATLAB de système de contrôle de la température de dialysat	Erreur ! Signet non défini.
III.7.1 Boucles ouvert :	Erreur ! Signet non défini.
III.7.2.boucles ferme (retour unitaire sans correcteur):	Erreur ! Signet non défini.
III.7.3.boucles ferme (avec PID proposé) :	Erreur ! Signet non défini.
III.7.4.boucles ferme (avec PSO) :	Erreur ! Signet non défini.
III.8. comparaison des résultats	Erreur ! Signet non défini.5
III.9.conclusion.	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion générale et perspectives.	Erreur ! Signet non défini.