



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de fruits de *Solanum torvum* Swartz (Solanaceae) sur la croissance *in vitro* de sept (07) souches d'entérobactéries de différents profils (résistantes ou sensibles)

Obou Constantin OKOU<sup>1\*</sup>, Sopie Edwige-Salomé YAPO<sup>2</sup>, Kouassi Clément KOUASSI<sup>1</sup>,  
N'Guessan Romain KOMENAN<sup>1</sup>, Sylvia Venerer MONTHAUT<sup>1</sup>,  
Adou Koffi Mathieu KRA<sup>3</sup> et Allico Joseph DJAMAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departement de Biochimie et Microbiologie, Laboratoire d'Agrovalorisation, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG), Daloa, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>Departement de Génétique, Biologie et Physiologie, Laboratoire d'Amélioration de la production agricole, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG), Daloa, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>UFR Biosciences, Laboratoire de Pharmacodynamie Biochimique, Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Abidjan, Côte d'Ivoire.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [obou.constantin@ujlg.edu.ci](mailto:obou.constantin@ujlg.edu.ci) / [constinokob@gmail.com](mailto:constinokob@gmail.com), Tel: (00225)07703535

### RESUME

L'objectif de cette étude a été d'établir des bases scientifiques de l'activité antibactérienne des fruits de *Solanum torvum* (Solanaceae), une plante alimentaire utilisée en médecine traditionnelle contre les infections bactériennes. Les extraits issus de cette plante ont été testés sur la croissance *in vitro* des souches résistantes de *E. coli*, de *K. pneumoniae*, de *E. aerogenes* et de *C. koseri*, et des souches sensibles de *Morganella morganii* en milieu liquide et solide de Mueller-Hinton. Les résultats ont révélé que ces extraits ont une activité antibactérienne dose-dépendante sur les souches bactériennes étudiées. Cependant, l'action de l'extrait Sf<sub>100Et</sub> a donné les meilleures valeurs de paramètres antibactériens sur les souches bactériennes utilisées. Ainsi, cet extrait peut être une ressource indéniable pour la mise au point de phytomédicaments contre les gastroentérites.  
© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

**Mots clés:** Activité antibactérienne, extraits, *Solanum torvum*, *in vitro*.

### Evaluation of the antibacterial activity of fruit extracts of *Solanum torvum* Swartz (Solanaceae) on the *in vitro* growth of seven (07) enterobacteria strains of different profiles (resistant or susceptible)

### ABSTRACT

The objective of this study was to establish a scientific basis for the antibacterial activity of the fruits of *Solanum torvum* (Solanaceae), a food plant used in traditional medicine against bacterial infections. Extracts from this plant were tested on the *in vitro* growth of resistant strains of *E. coli*, *K. pneumoniae*, *E. aerogenes* and *C. koseri*, and susceptible strains of *Morganella morganii* in Mueller-Hinton broth and Mueller-Hinton naehrboden agar. The results revealed that these extracts have a dose-dependent antibacterial activity on the bacterial strains studied. However, the action of the Sf<sub>100Et</sub> extract gave the best values of antibacterial

parameters on the bacterial strains used. Thus, this extract can be an undeniable resource for the development of phytomedicines against gastroenteritis.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

**Keywords:** Antibacterial activity, extracts, *Solanum torvum*, *in vitro*.

## INTRODUCTION

Le National Institute of Health affirmait que les maladies infectieuses représentaient la seconde cause de décès à travers le monde. Les infections bactériennes pour leur part représentent 70% des cas de mortalité causés par les microorganismes (Fauci, 2001 ; Gangoue, 2007). Parmi les nombreux microorganismes pathogènes responsables des maladies infectieuses, se trouvent les bacilles Gram négatif (BGN) notamment les entérobactéries. En effet, les entérobactéries sont des bactéries fréquemment rencontrées en clinique. Elles sont trouvées dans les flores normales ou peuvent être des agents pathogènes dans une variété d'infections (INSPQ, 2015 ; Okou et Yapo, 2018). Au nombre de ces infections, se trouvent les gastroentérites qui font partie des pathologies infectieuses les plus graves chez l'Homme. En effet, les gastroentérites sont la cause de 12.000 décès par jour dans le monde et occupent une place importante au plan pédiatrique (INSPQ, 2015 ; Okou et Yapo, 2018). Chaque année, 800.000 personnes meurent de gastroentérites dans le monde, dont 500.000 enfants de moins de 5 ans (INSPQ, 2015 ; Okou et Yapo, 2018). Ainsi, les gastroentérites seraient à l'origine de l'aggravation d'autres pathologies et les personnes à risque étant les enfants, les personnes âgées et celles ayant un système immunitaire affaibli par le VIH/SIDA (Ouattara et al., 2009 ; Ouattara, 2014 ; Okou et Yapo, 2018). En outre, le traitement des gastroentérites reste difficile à cause de l'existence des polyprescriptions irrationnelles ou inappropriées des antibiotiques. A cela, s'ajoute la résistance développée par les bactéries, due à l'instabilité génétique des souches bactériennes ainsi qu'aux limites des outils de diagnostic d'antibiothérapie. La résistance est aussi due à l'émergence de

nouvelles maladies infectieuses, à la réémergence de maladies infectieuses anciennes, associées à la rapidité et l'intensité croissante des voyages internationaux mais aussi au commerce. La résistance aux antibiotiques chez les microorganismes pathogènes est devenue un problème de santé publique (Guessennnd, 2013 ; Dinzedi, 2015). Il est aussi intéressant de souligner qu'il existe une forte variation de la taille du génome au sein d'une même espèce bactérienne (Bobay et al., 2013) ; ceci pourrait témoigner de l'adaptation récente et la diversification de l'écologie (Bobay, 2014).

Malgré l'existence de nombreux antibiotiques, le taux des échecs thérapeutiques contre les gastroentérites reste élevé (Cheurfa et al., 2013 ; Ouattara, 2014 ; Okou et Yapo, 2018). En effet, l'utilisation massive et parfois abusive des antibiotiques, a modifié considérablement l'écologie microbienne et tend à augmenter le taux de bactéries résistantes (Bibbal, 2008 ; Faure, 2009 ; Dinzedi, 2015).

Ainsi, on assiste en Côte d'Ivoire, comme dans de nombreux autres pays, à un développement préoccupant des souches bactériennes résistantes (Guessennnd et al., 2008 ; Dinzedi, 2015). A ces problèmes thérapeutiques s'ajoutent les conditions socioéconomiques des populations qui font qu'elles n'ont pas tous accès aux antibiotiques les plus efficaces (Millogo-Koné et al., 2008).

Devant cette situation et face aux nombreux échecs thérapeutiques, la recherche de nouvelle série de médicament est devenue une nécessité (Zirih et al., 2003 ; Okou, 2012). Parmi les nombreuses voies exploitées, la pharmacopée traditionnelle est l'une des sources les plus sollicitées (Okou et Yapo, 2018). Ces dernières années, beaucoup de recherches se sont orientées vers la valorisation de la médecine traditionnelle en

vue de vérifier la sûreté et l'efficacité des plantes utilisées et d'établir des règles scientifiques pour l'usage de ces plantes (Mansour, 2015). En effet, le patrimoine floristique africain envisagé sous l'angle de la pharmacopée et de la médecine traditionnelle s'avère très riche en plantes médicinales dont l'efficacité est déjà reconnue (Okou, 2012). Parmi la multitude de plantes utilisées pour les traitements de certaines pathologies en médecine traditionnelle, figure *Solanum torvum* Swartz.

Cette plante dont les fruits sont consommés, est aussi utilisée pour traiter la douleur abdominale, la coqueluche, l'anémie, l'induction de la lactation, le traitement des plaies, les morsures de serpent et l'amélioration de la vitalité (Koffuor et al., 2011). Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits des fruits de *Solanum torvum* Swartz sur des entérobactéries.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel

#### Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué des fruits de *Solanum torvum* Swartz, dont les taxons ont été identifiés au Laboratoire de Biologie Végétale de l'Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG). Les fruits ont été récoltés dans le mois de novembre 2017 dans la ville de Daloa (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) puis séchés pendant un mois à la température ambiante, au Laboratoire de Biochimie de l'UJLoG.

#### Matériel bactérien

Les souches ont été obtenues à partir d'échantillons humains au Laboratoire de Bactériologie de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI). Certaines de ces souches sont des entérobactéries sensibles tandis que d'autres sont résistantes. Ces souches sont : *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter koseri* et *Morganella morganii*. Dans le Tableau 1 sont présentés les différents profils antibiotypiques des souches bactériennes étudiées.

## Méthodes

### Préparation des différents extraits végétaux

Les fruits de la plante *Solanum torvum* codifiée «Sf» ont été récoltés, triés, lavés puis séchés à la température ambiante, au Laboratoire de Biochimie-Microbiologie de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa. Après leur séchage, les fruits ont été pulvérisés dans une broyeuse (Retsch SK 100) afin d'obtenir la poudre végétale qui a servi à la préparation des différents extraits.

L'extrait aqueux (Sf<sub>aq</sub>) a été préparé selon la méthode de Zirih et al. (2003). Cent grammes (100 g) de poudre de la plante ont été macérés dans un litre d'eau distillée par homogénéisation dans un blender (Midea blender Mj-BI 40G1) pendant cinq (5) minutes. L'homogénat obtenu a été filtré deux fois sur coton hydrophile puis sur papier filtre (Whatman N°3). Cette opération de préparation a été répétée une seconde fois. Pour chaque opération, le filtrat obtenu a été déshydraté à l'étuve (AtmoSAFE : memmert : expert in thermostatics) à la température de

65 °C. L'évaporat sec a été récupéré sous forme de pâte qui a constitué l'extrait Sf<sub>aq</sub> (37,6 g). Les extraits éthanoliques 100% et 70% ont été obtenus selon la méthode de Zirih et al. (2005). Pour la réalisation de cette méthode, l'extrait éthanolique 70% a été préparé à partir de

12,53 g de Sf<sub>aq</sub>. Cette quantité a été macérée dans 200 mL d'éthanol 70% (éthanol-eau distillé : 70/30 (v/v)) dans un blender (Midea blender Mj-BI 40G1). Le surnageant et le culot recueillis ont été séchés séparément à l'étuve (AtmoSAFE : memmert : expert in thermostatics) à 65 °C pendant trois (3) jours et ont constitué successivement l'extrait Sf<sub>70Et</sub> (7 g) et Sf<sub>70R</sub> (4 g). La préparation de l'extrait éthanolique 100% a suivi la même procédure que celle de l'extrait éthanolique 70%. Cependant l'éthanol pur a été utilisé à la place de l'éthanol 70%. Le surnageant et le culot ont été séchés distinctement à l'étuve (AtmoSAFE : memmert : expert in thermostatics) à 65 °C pendant trois (3) jours et ont constitué respectivement l'extrait Sf<sub>100Et</sub> (2 g) et Sf<sub>100R</sub> (2,9 g).

### **Calcul du rendement des extractions**

Le rendement est la quantité d'extrait obtenue à partir d'une matière végétale (Bssaibis et al., 2009 ; Dinzedi, 2015). Il est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche (poudre végétale) et a été calculé selon la formule suivante :

$$R (\%) = M_1 \times 100/M_0$$

*R* : Rendement de l'extrait exprimé en pourcentage (%),

*M<sub>1</sub>* : Masse de l'extrait (en g),

*M<sub>0</sub>* : Masse de poudre végétale (en g).

### **Évaluation de l'activité antibactérienne in vitro des différents extraits de *solanum torvum* par la méthode de dilution**

Les souches bactériennes préalablement conservées dans la gélose profonde ont été prélevées par simple raclage puis repiquées par quadrant sur une boîte de gélose ordinaire. La culture a été incubée à 37 °C durant 18 à 24 heures afin d'obtenir des jeunes colonies isolées. Après ce temps d'incubation, trois (3) à cinq (5) colonies d'une culture bactérienne (pure) ont été prélevées, délayées dans 10 mL de bouillon puis incubées à 37 °C pendant 3 à 5 heures. Pendant ce temps d'incubation et parallèlement à cela, les gammes de concentrations des différents extraits de Sf (Sf<sub>aq</sub>, Sf<sub>70Et</sub>, Sf<sub>70R</sub>, Sf<sub>100Et</sub> et Sf<sub>100R</sub>) à tester ont été préparées dans dix (10) tubes numérotés de 1 à 10 par la méthode de double dilution, en milieu liquide selon une progression géométrique des concentrations des extraits de Sf de raison 1/2. Pour chaque concentration de l'extrait, un volume de 0,2 mL a été prélevé, ensuite transféré dans un tube donné d'une série de tubes expérimentaux. Dans cette série qui a été appelée série test, un tube a servi de tube témoin de contrôle de croissance bactérienne (sans extrait de Sf). Le tube témoin a comporté 0,2 mL d'eau distillée stérile. Après 3 à 5 heures d'incubation de l'inoculum bactérien, un volume de 0,2 mL de cette solution a été prélevé puis transféré dans 20 mL de bouillon de culture pour être homogénéisé à l'aide d'un agitateur vortex type VLEP Scientifica. Par la suite, un volume de 1,8 mL a été prélevé pour compléter le volume (0,2 mL) de chaque Sf de la série test

à 2 mL. Parallèlement à la série test, une série de référence a été réalisée. Dans celle-ci, un tube expérimental a contenu 0,2 mL de l'extrait de Sf à tester de concentration connue. Alors que, le tube témoin a comporté 0,2 mL d'eau distillée stérile. Aux tubes de la série de référence, ont été ajoutés 1,8 mL de bouillon stérile. Par la suite, l'ensemble des tubes expérimentaux de la série test et ceux de série de référence ont été homogénéisés à l'aide d'un vortex type VLEP Scientifica, puis incubés à 37 °C pendant 18 à 24 heures (Nassif et al., 1990 ; Okou et Yapo, 2018). Les concentrations des extraits de Sf (Sf<sub>aq</sub>, Sf<sub>70Et</sub>, Sf<sub>70R</sub>, Sf<sub>100Et</sub> et Sf<sub>100R</sub>) utilisées varient généralement de 0,781 mg/mL à 200 mg/mL pour chacun, à la fois pour les deux séries (expérimentaux et référence).

### **Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)**

Après 18 à 24 heures d'incubation, la détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) en milieu liquide a été réalisée par lecture directe, à l'œil nu, à la lumière du jour après agitation des cultures bactériennes. Cette concentration a été définie de manière précise en comparant concentration par concentration, tube par tube, la turbidité dans chaque tube de la série test avec celle correspondant de la série de référence, à la recherche une absence de trouble traduisant une croissance bactérienne. La CMI a été donnée par la concentration du premier tube où la culture n'est pas trouble (Marmonier, 1990 ; Okou et Yapo, 2018). Ensuite, le tube témoin de contrôle de croissance est dilué de 10 en 10 jusqu'à 10<sup>-4</sup> selon une progression géométrique de raison 10<sup>-1</sup>. Puis les diverses dilutions ont été ensemencées sur des boîtes gélosées (Mueller-Hinton simple), sur des stries de 5 cm à l'aide d'une anse calibrée (boîte A). Parallèlement à cela, toutes les cultures bactériennes de la série expérimentale ont été ensemencées individuellement sur une boîte gélosée (Mueller-Hinton simple), sur des stries de 5 cm à l'aide d'une anse calibrée (boîte B). Enfin, les boîtes A et B ont été incubés à 37 °C sur une période de 18 à 24 heures.










**Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide (CMB)**

Pour la détermination de la CMB, le nombre de colonies sur la strie, à la dilution  $10^{-4}$  de la boîte A, a été comparé avec celui de chaque strie de la boîte B. La concentration en extrait qui a permis d'avoir le même nombre de colonies (ou de colonies avoisinantes) sur

la strie de la boîte B avec celle de la boîte A, à la dilution  $10^{-4}$  est la Concentration Minimale Bactéricide. Selon Marmonier (1990) :

- si le rapport CMB/CMI  $\leq 4$ , la substance testée est bactéricide.
- si le rapport CMB/CMI  $> 4$ , la substance testée est bactériostatique.

**Tableau 1** : Profils antibiotypiques de quelques entérobactéries.

Entérobactéries		Profils antibiotypiques		
		$\beta$ -lactamines	Aminosides	Quinolones
Souches multirésistantes	<i>Escherichia coli</i> 422			
	<i>Escherichia coli</i> 427	BLSE	KTG	QN
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> 433			
	<i>Enterobacter aerogenes</i> 443			
	<i>Citrobacter koseri</i> 437			
	<i>Citrobacter koseri</i> 429			
Souche sensible	<i>Morganella morganii</i> 416			
				

BLSE :  $\beta$  lactamase à spectre élargi ; QN : Quinolones ; KTG : Kanamycine, Tétracycline, Gentamycine ; R : Résistant ; S: Sensible

**RESULTATS**

**Rendement des différents extraits obtenus**

Dans le Tableau 2 est consigné le rendement des différents extraits obtenus. Le rendement de Sf<sub>aq</sub> (37,6%) est plus élevé que celui de Sf<sub>70Et</sub> (7%) et Sf<sub>100Et</sub> (2%).

**Évaluation de l'activité antibactérienne in vitro des différents extraits de Solanum torvum par la méthode de dilution**

**Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)**

En milieu liquide, une absence de trouble traduisant une croissance bactérienne a été observée pour les différentes souches bactériennes étudiées à partir des concentrations de :

\* 50 ; 25 ; 6,25 ; 3,12 mg/mL respectivement pour la souche résistante de *Citrobacter koseri* ; la souche résistante de *Enterobacter aerogenes* et sensible de *Morganella morganii* ; la souche résistante de *E. coli* et celle résistance de *K. pneumoniae* pour l'action de l'extrait aqueux de *Solanum torvum* (Sf<sub>aq</sub>).

\* 12,5 ; 6,25 et 3,12 mg/mL pour respectivement la souche résistante de *Citrobacter koseri* et sensible de *Morganella morganii* ; la souche résistance de *K. pneumoniae* et de *Citrobacter koseri* et celle résistante de *E. coli* pour l'action de l'extrait éthanolique 70% de *Solanum torvum* (Sf<sub>70Et</sub>).

\* 6,25 ; 3,12 ; 1,56 mg/mL pour respectivement la souche résistante de

*Enterobacter aerogenes* ; la souche résistante de *K. pneumoniae*, et les souches résistantes de *Citrobacter koseri* et *E. coli* et la souche sensible de *Morganella morganii* pour l'action de l'extrait éthanolique 100% de *Solanum torvum* (Sf<sub>100Et</sub>) (Tableau 3).

#### **Détermination de la Concentration Minimale Bactéricide (CMB)**

La comparaison du nombre de colonies sur la strie, à la dilution 10<sup>-4</sup> de la boîte A avec celui d'une strie de la boîte B, a permis de déterminer les concentrations de :

\* 200 et 100 mg/mL pour l'action de l'extrait aqueux de *Solanum torvum* (Sf<sub>aq</sub>) respectivement sur les souches résistantes de *E. coli*, de *Citrobacter koseri* et de *K. pneumoniae*, et sensible de *Morganella morganii*, et de *Enterobacter aerogenes*.

\* 100 ; 50 et 12,5 mg/mL pour l'action de l'extrait éthanolique 70% de *Solanum torvum* (Sf<sub>70Et</sub>) respectivement sur la souche résistante de *Citrobacter koseri*, les souches résistantes de *K. pneumoniae* et de *Enterobacter aerogenes* et sensible de *Morganella morganii*, et la souche résistante de *E. coli*.

\* 25 ; 6,25 et 3,12 mg/mL pour l'action de l'extrait éthanolique 100% de *Solanum torvum* (Sf<sub>100Et</sub>) respectivement sur les souches résistantes de *E. coli*, de *K. pneumoniae* et de *Enterobacter aerogenes*, la souche sensible de *Morganella morganii* et la souche résistante de *Citrobacter koseri* (Tableau 3).

En milieu solide, les ensemencements de l'inoculum du tube témoin de contrôle de croissance, des inocula où la turbidité n'a pas été visible et des inocula précédents le tube qui a servi à la détermination la CMI (charge bactérienne élevée), ont permis de voir de manière générale que, les épaisseurs des nappes de colonies diminuent au fur et à mesure que les concentrations des extraits des fruits de *Solanum torvum* testés augmentent. Cette régression est le plus souvent suivie d'apparitions de quelques colonies isolées et de leur absence totale à partir de certaines stries.

Ces phénomènes décrits ont été observés:

- Avec l'action de l'extrait aqueux de *Solanum torvum* (Sf<sub>aq</sub>):

- sur la souche résistante de *Escherichia coli*, à la concentration de 200 mg/mL (absence totale de colonie) (Figure 1).

- sur la souche résistante *K. pneumoniae*, à partir de 50 mg/mL (une présence de colonies isolées) suivie d'une absence totale de colonies à 200 mg/mL (Figure 2).

- sur la souche résistante de *Enterobacter aerogenes*, à partir de la concentration de 50 mg/mL (une apparition de colonies isolées), suivie de quelques colonies isolées à la concentration de 100 mg/mL, puis de leur absence totale à 200 mg/mL (Figure 3).

- sur la souche résistante de *Citrobacter koseri*, une absence totale de colonies à la concentration de 200 mg/mL (Figure 4).

- sur la souche sensible de *Morganella morganii*, à la concentration de 100 mg/mL (une apparition de colonies) puis leur absence totale à 200 mg/mL (Figure 5).

- Avec l'action de l'extrait éthanolique 70% de *Solanum torvum* (Sf<sub>70Et</sub>) :

- sur souche résistante de *Escherichia coli*, une absence totale de colonies à partir de 12,5 mg/mL (Figure 6).

- sur la souche résistante *K. pneumoniae*, à partir de 50 mg/mL (une absence totale de colonie) (Figure 7).

- sur la souche résistante de *Enterobacter aerogenes*, à partir de la concentration de 50 mg/mL (une apparition de colonies isolées) puis une absence totale de colonies à partir de concentration de 100 mg/mL (Figure 8).

- sur la souche résistante de *Citrobacter koseri*, pour des concentrations comprises entre 12,5 et 50 mg/mL (une apparition de colonies isolées de plus en plus séparées) suivie à partir de 100 mg/mL par une absence totale de colonies (Figure 9).

- sur la souche sensible de *Morganella morganii*, à la concentration de 50 mg/mL (une apparition de colonies isolées) puis au-delà de cette concentration, une absence totale de colonies (Figure 10).

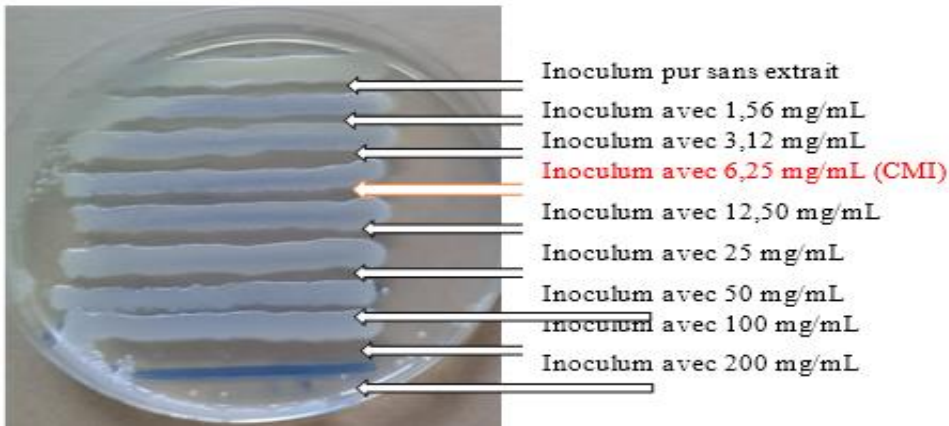
- Avec l'action de l'extrait éthanolique 100% de *Solanum torvum* (Sf<sub>100Et</sub>) :
  - sur souche résistante de *Escherichia coli*, partir de 25 mg/mL (une absence totale de colonie) (Figure 11).
  - sur la souche résistante *K. pneumoniae*, à la concentration de 12,5 mg/mL (une apparition des colonies isolées) suivie d'une absence totale à partir de la concentration de 25mg/mL (Figure 12).
  - sur la souche résistante de *Enterobacter aerogenes*, à partir de la concentration de 25 mg/mL, une absence totale de colonies (Figure 13).
  - sur la souche résistante de *Citrobacter koseri*, à la concentration de 1,56 mg/mL (un amincissement de la nappe de colonies) puis une apparition de colonies à la concentration de 6,25 mg/mL suivie d'une absence de colonie à partir de 12,5 mg/mL (Figure 14).
  - sur la souche sensible de *Morganella morganii*, un isolement de colonies à la concentration de 3,12 mg/mL. Au-delà de cette concentration, il y a une absence totale de colonie (Figure 15).

**Tableau 2 :** Rendement des différentes extractions.

Extrait	Sf <sub>aq</sub>	Sf <sub>70Et</sub>	Sf <sub>70R</sub>	Sf <sub>100Et</sub>	Sf <sub>100R</sub>
Rendement (%)	37,6	7	4	2	2,9

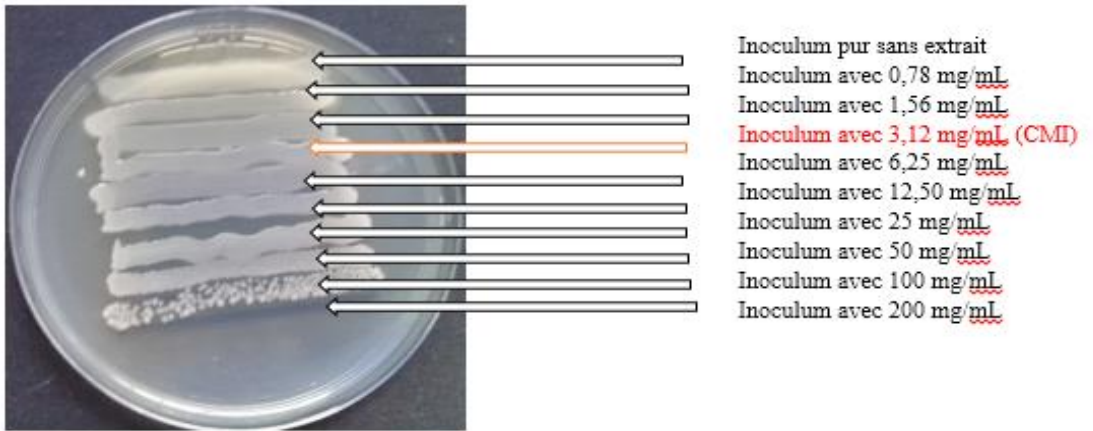
**Tableau 3 :** Récapitulatif des paramètres antibactériens des effets des différents extraits de *Solanum torvum* sur la croissance *in vitro* des souches bactériennes étudiées.

		Souches bactériennes étudiées					
		<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>E. aerogenes</i>	<i>C. koseri</i>	<i>M. morganii</i>	
		résistante	résistante	résistante	résistante	sensible	
Paramètres antibactériens des différents extraits de Sf (mg/mL)	Sfaq	CMI	6,25	3,12	25	50	25
		CMB	200	200	100	200	200
		CMB/CMI	32	64	4	4	8
	Sf70Et	CMI	3,12	6,25	12,5	6,25	12,5
		CMB	12,5	50	50	100	50
		CMB/CMI	4	8	4	16	4
	Sf100Et	CMI	1,56	3,12	6,25	1,56	1,56
		CMB	25	25	25	3,12	6,25
		CMB/CMI	16	4	8	2	4



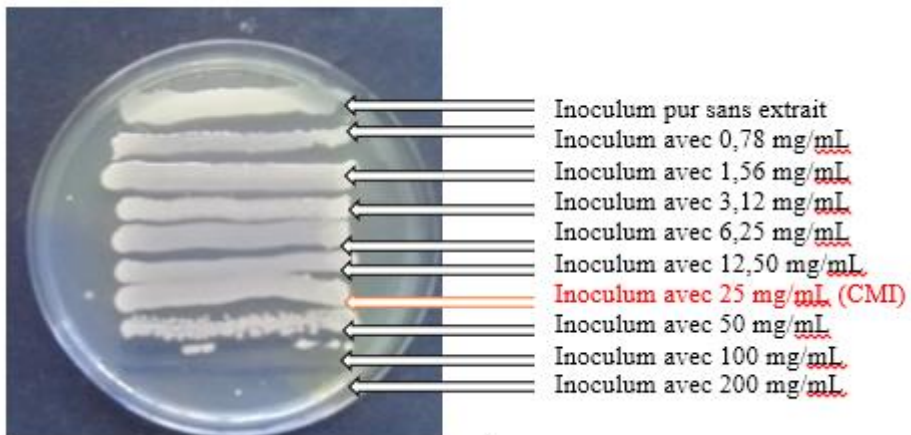
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 1,56 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{aq}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 1:** Action de  $Sf_{aq}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Escherichia coli*.



Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 0,78 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{aq}$  sur cet inoculum pur.

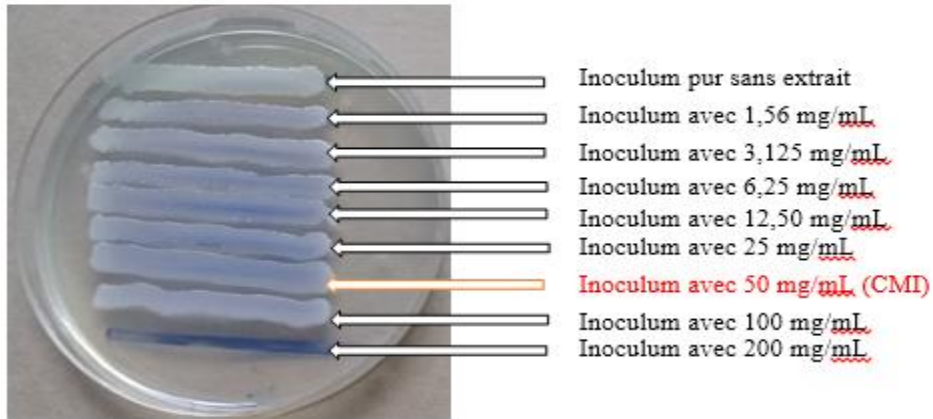
**Figure 2 :** Action de  $Sf_{aq}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Klebsiella pneumoniae*.



Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 0,78 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{aq}$  sur cet inoculum pur.

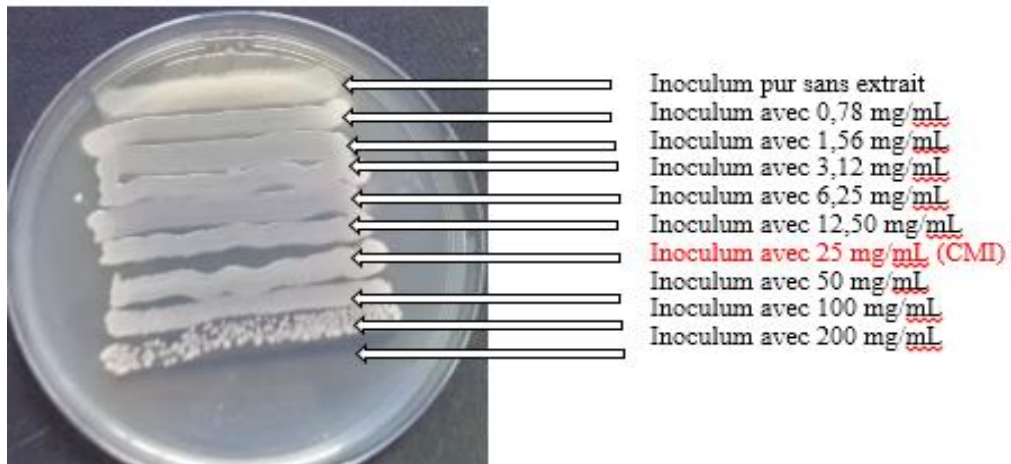
**Figure 3:** Action de  $Sf_{aq}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Enterobacter aerogenes*.





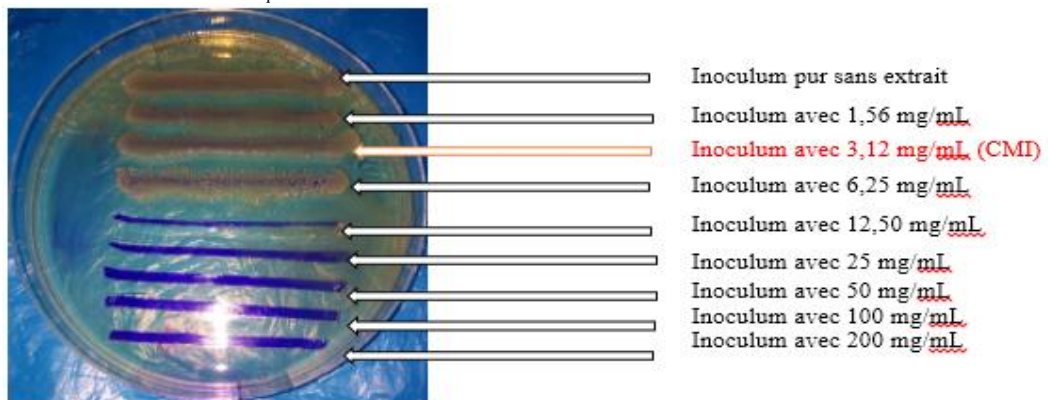
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 1,563 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{aq}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 4 :** Action de  $Sf_{aq}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Citrobacter koseri*.



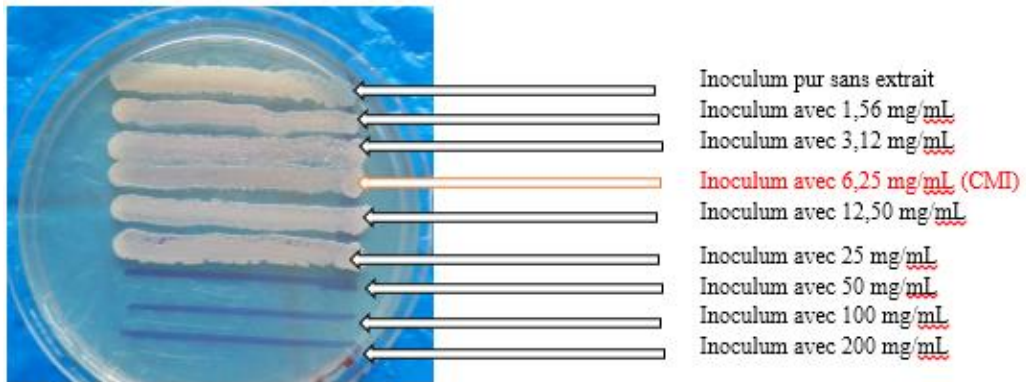
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 0,78 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{aq}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 5 :** Action de  $Sf_{aq}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Morganella morganii*.



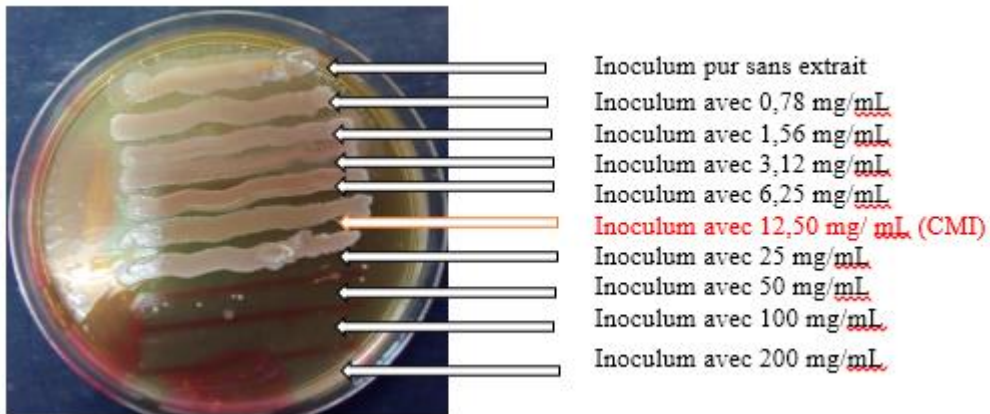
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 1,56 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{70Et}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 6 :** Action de  $Sf_{70Et}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Escherichia coli*.



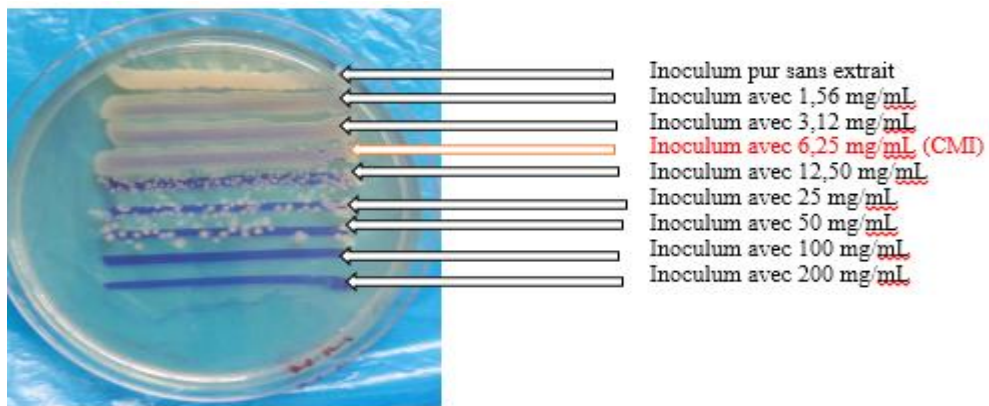
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 1,56 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{70Et}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 7 :** Action de  $Sf_{70Et}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Klebsiella pneumoniae*.



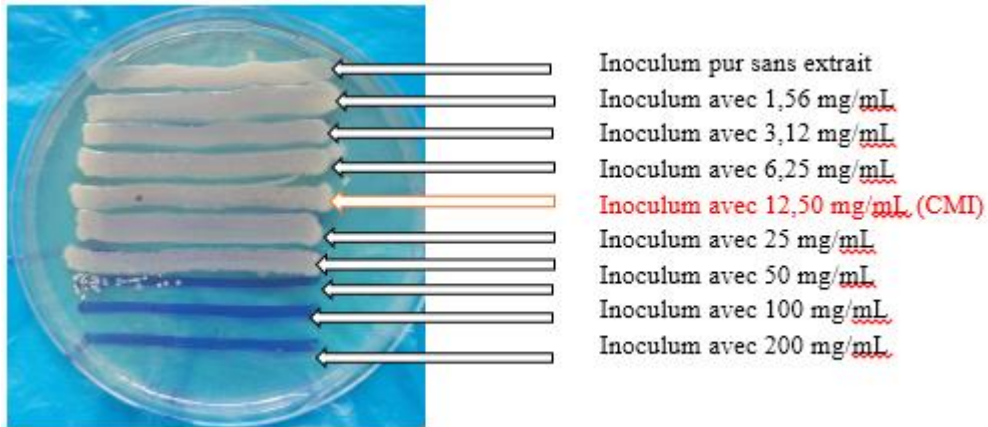
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 0,78 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{70Et}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 8 :** Action de  $Sf_{70Et}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Enterobacter aerogenes*.



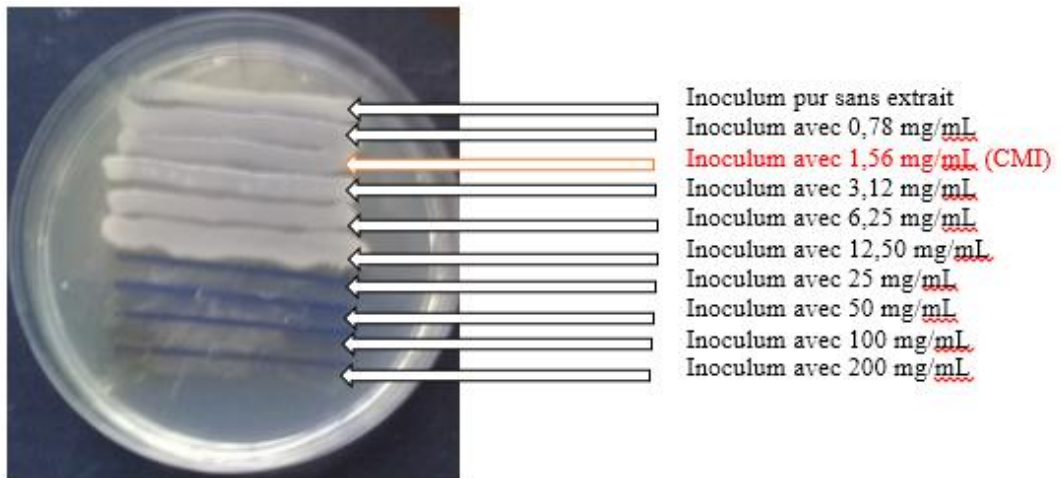
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 1,56 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{70Et}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 9 :** Action de  $Sf_{70Et}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Citrobacter koseri*.



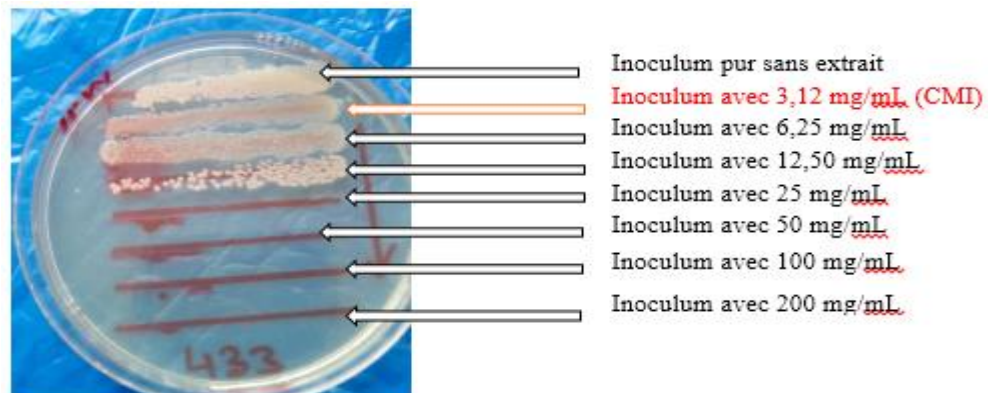
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 1,56 à 200 mg/mL de l'extrait Sf<sub>70Et</sub> sur cet inoculum pur.

**Figure 10:** Action de Sf<sub>70Et</sub> sur la croissance *in vitro* des souches de *Morganella morganii*.



Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 0,78 à 200 mg/mL de l'extrait Sf<sub>100Et</sub> sur cet inoculum pur.

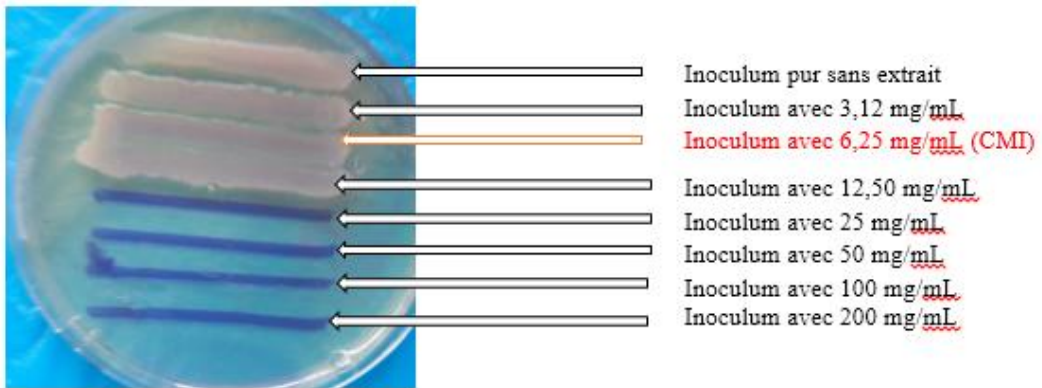
**Figure 11:** Action de Sf<sub>100Et</sub> sur la croissance *in vitro* des souches de *Escherichia coli*.



Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 3,12 à 200 mg/mL de l'extrait Sf<sub>100Et</sub> sur cet inoculum pur.

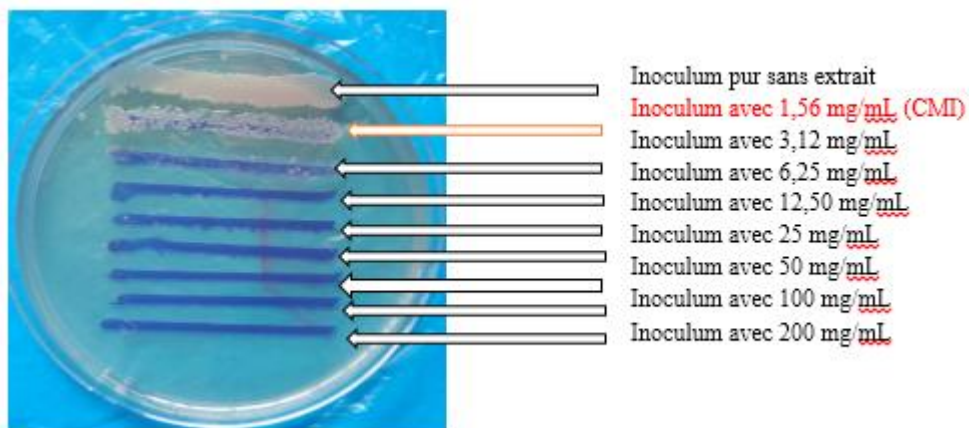
**Figure 12 :** Action de Sf<sub>100Et</sub> sur la croissance *in vitro* des souches de *Klebsiella pneumoniae*.





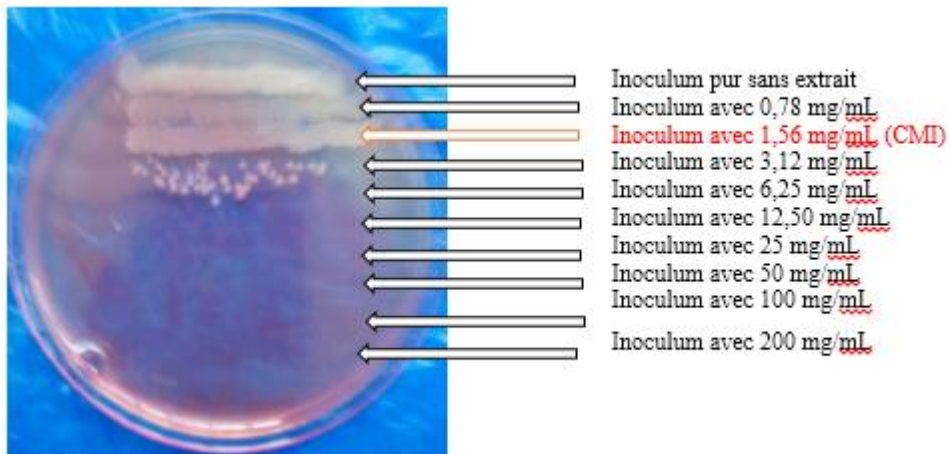
Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 3,12 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{100Et}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 13 :** Action de  $Sf_{100Et}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Enterobacter aerogenes*.



Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 1,56 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{100Et}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 14 :** Action de  $Sf_{100Et}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Citrobacter koseri*.



Du haut vers le bas, l'inoculum pur et l'action des concentrations de 0,78 à 200 mg/mL de l'extrait  $Sf_{100Et}$  sur cet inoculum pur.

**Figure 15 :** Action de  $Sf_{100Et}$  sur la croissance *in vitro* des souches de *Morganella morganii*.

## DISCUSSION

### Rendement

Le rendement de  $Sf_{aq}$  (37,6%) est plus élevé que celui de  $Sf_{70Et}$  (7%) et  $Sf_{100Et}$  (2%). Cela voudrait dire que lors du passage de la poudre végétale à l'extrait éthanolique (70% et 100% (alcool pur)), les différents extraits obtenus sont de plus en plus débarrassés de macromolécules, moins solubles dans les solvants utilisés pour ne contenir que des molécules bioactives et solubles dans ces solvants. Le rendement de 37,6% de  $Sf_{aq}$  obtenue est en accord avec celui indiqué par la Pharmacopée Ouest Africaine (OOAS, 2013). Dans celle-ci, il est révélé que la valeur de substance extractible à l'eau n'est pas moins de 24,6%. Cependant, le rendement de 7% n'est pas en accord avec celle indiquée par la Pharmacopée Ouest Africaine car elle indique que le rendement obtenu n'est pas moins de 13,9%. Cette observation peut être expliquée par le fait que l'extraction alcoolique 70% ne saurait pas être réalisée directement à partir de la poudre végétale mais plutôt à partir de l'extrait aqueux.

Quant au rendement de 2% de  $Sf_{100Et}$ , il n'est pas indiqué dans la Pharmacopée Ouest Africaine. Néanmoins, la méthode d'extraction utilisée qui a consisté à partir de l'extrait aqueux pour son extraction peut aussi être à l'origine de cette faible valeur.

### Détermination de l'activité antibactérienne des différents extraits végétaux

#### Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

Après 18 à 24 heures d'incubation à 37 °C de l'ensemble : inoculum-différentes gammes de concentrations des extraits de  $Sf$ , les différentes faibles concentrations ont empêché une croissance visible à l'œil nu. Par conséquent, elles constituent les concentrations minimales inhibitrices (CMI) des différents extraits de  $Sf$  testés (Okou et Yapo, 2018).

#### Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB)

Le résultat de la dilution de l'inoculum pur révèle que l'épaisseur des nappes des colonies diminue en fonction de la dilution

jusqu'à avoir des colonies isolées à la dilution  $10^{-4}$ . Si la dilution de l'inoculum pur a donné des colonies isolées à la dilution  $10^{-4}$ , cela signifierait que les travaux ont été effectués dans les conditions standards de culture (boîte A).

La comparaison du nombre de colonies sur la strie, à la dilution  $10^{-4}$  de la boîte A avec celui d'une strie de la boîte B, a permis d'avoir les concentrations minimales bactéricides (CMB) des divers extraits testés sur les souches bactériennes étudiées (Okou et Yapo, 2018).

Aussi, les rapports CMB/CMI des différents extraits de *Solanum torvum* testés sur ces souches bactériennes étudiées sont :

- strictement supérieur à 4 (> 4) pour l'action de l'extrait aqueux de *Solanum torvum* ( $Sf_{aq}$ ) sur successivement les souches résistantes de *E. coli* et de *K. pneumoniae* et sensibles de *Morganella morganii*. Ainsi, l'action de cet extrait est bactériostatique sur ces souches bactériennes utilisées (Okou et Yapo, 2018).

Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux de Okou et Yapo (2018). Dans ces travaux, ces auteurs ont montré que l'extrait aqueux des feuilles de *Solanum torvum* avait une action bactéricide sur les souches sensibles de *E. coli* et de *K. pneumoniae*.

Alors que le rapport CMB/CMI de l'action de ce même extrait sur les souches résistantes de *Enterobacter aerogenes* et de *Citrobacter koseri* est égal à 4. Donc, l'action de cet extrait sur ces souches-ci est bactéricide (Okou et Yapo, 2018).

- strictement supérieur à 4 (> 4) pour l'action de l'extrait éthanolique 70% de *Solanum torvum* ( $Sf_{70Et}$ ) sur respectivement les souches résistantes de *K. pneumoniae* et de *Citrobacter koseri*. Par conséquent, il est possible de dire que l'action de cet extrait est bactériostatique sur les souches bactériennes utilisées (Okou et Yapo, 2018).

Contrairement aux résultats de ce travail, ceux de Okou et Yapo (2018) sur les feuilles de *Solanum torvum* ont montré une activité bactéricide sur la souche sensible de *K. pneumoniae*.

Tandis que ce même rapport de l'action de ce même extrait sur les souches résistantes de *E. coli* et de *Enterobacter aerogenes*, et les souches sensibles de *Morganella morganii* est égal à 4. Ainsi, l'action cet extrait sur ces souches précitées est bactéricide (Okou et Yapo, 2018).

Ce résultat est en concordance tout au moins au niveau des souches résistantes de *E. coli* avec celui de Okou et Yapo (2018). En effet, ces auteurs ont révélé dans leur travail que l'extrait aqueux des feuilles de *Solanum torvum* avait une action bactéricide sur la souche sensible de *E. coli* avec une CMB de 3,125 mg/mL.

- strictement supérieur à 4 (> 4) pour l'action de l'extrait éthanolique 100% de *Solanum torvum* (Sf<sub>100Et</sub>) sur successivement les souches résistantes de *E. coli* et de *Enterobacter aerogenes*. Il est possible d'en déduire que l'action de cet extrait sur les souches bactériennes utilisées est bactériostatique (Okou et Yapo, 2018).

Ces résultats obtenus ne sont pas en accord tout au moins au niveau de *E. coli* avec ceux de Okou et Yapo (2018). En effet, ces auteurs ont pu révéler que l'action de l'extrait éthanolique 100% des feuilles de *Solanum torvum* sur la souche sensible de *E. coli* est bactéricide. D'autres travaux réalisés par Chah et al. (2000), et Wiart et al. (2004) ont montré que les extraits méthanoliques des feuilles et des fruits de *Solanum torvum* avaient une activité antibactérienne sur *E. coli*. Cependant, les travaux de Chah et al. (2000) sur l'action de l'extrait méthanolique des fruits de *Solanum torvum* ont révélé que la concentration minimale inhibitrice (CMI) sur cette souche bactérienne est de 0,3125 mg/mL. Le résultat de leur travaux est largement en dessous des nôtres (CMI = 1,56 mg/mL) et ceux de Okou et Yapo (2018) (CMI = 6,25 mg/mL). Les résultats de Chah et al. (2000) supposeraient que le méthanol concentre beaucoup plus les molécules bioactives des fruits de *Solanum torvum* que l'éthanol.

Par ailleurs, le rapport CMB/CMI de l'action de ce même extrait sur les souches résistantes de *K. pneumoniae* et de *Citrobacter koseri*, et les souches sensibles de *Morganella morganii* est égal à 4. Ainsi, l'action de cet extrait sur ces souches précitées est bactéricide (Okou et Yapo, 2018).

Ces résultats sont similaires au niveau de *K. pneumoniae* à ceux de Okou et Yapo (2018). Ces deux auteurs ont au cours de leur travail montré que l'extrait éthanolique 100% des feuilles de *Solanum torvum* avait une action bactéricide sur la souche sensible de *K. pneumoniae* avec une CMB de 12,5 mg/mL. Par contre, les travaux de Chah et al. (2000) de l'extrait méthanolique des fruits de *Solanum torvum* sur *K. pneumoniae* a permis d'avoir une CMI de 0,3125 mg/mL. La CMI déterminée dans leurs travaux est largement inférieure aux nôtres et à celle de Okou et Yapo (2018) avec des CMI respectives de 3,12 et 6,25 mg/mL. Ainsi, il est possible d'en déduire que le méthanol concentrait beaucoup plus les molécules bioactives des fruits de *Solanum torvum* que l'éthanol.

De façon générale comme indiqué sur les différentes figures, les épaisseurs des nappes de colonies diminuent progressivement en comparaison avec celle de l'inoculum témoin, en proportion avec l'augmentation générale des concentrations des divers extraits de *Solanum torvum* testés. Si cette régression des épaisseurs de nappes de colonies est parfois suivie d'apparitions de colonies isolées et d'une absence totale de colonies sur certaines stries, cela veut dire que l'action (bactéricide ou bactériostatique) des extraits des fruits de *Solanum torvum* testés est dose-dépendante puisqu'elle est liée à l'élévation de leur concentration utilisée.

Une étude comparée sur la base de la CMB a révélé que l'extrait Sf<sub>aq</sub> est plus actif sur les souches résistantes de *K. pneumoniae* et de *E. aerogenes* (CMB égale à 100 mg/mL), que sur les souches résistantes de *E. coli* et de *C. koseri*, et les souches sensibles de *M. morganii* (CMB égale à 200 mg/mL). Tandis que l'action de l'extrait Sf<sub>70Et</sub> a montré

que les souches résistantes de *E. coli* étaient plus sensibles (CMB de 12,5 mg/mL) que les souches résistantes de *K. pneumoniae*, de *E. aerogenes* et sensibles de *M. morgani* (CMB égale à 50 mg/mL). Ces dernières souches bactériennes sont quant à elles plus sensibles à cet extrait que les souches résistantes de *C. koseri* (CMB de 100 mg/mL). Avec l'extrait Sf<sub>100Et</sub>, les souches résistantes de *C. koseri* sont plus sensibles (CMB de 3,12 mg/mL) que celles sensibles de *M. morgani* (CMB est égale à 6,25 mg/mL). Celles-ci sont quant à elles plus sensibles à cet extrait que les souches résistantes de *E. coli*, de *K. pneumoniae* et de *E. aerogenes* (CMB égale à 25 mg/mL).

Une observation générale des valeurs de paramètres antibactériens des CMB a indiqué que ces valeurs sont plus petites avec l'action de l'extrait Sf<sub>100Et</sub> sur l'ensemble des souches bactériennes étudiées que celles de l'extrait Sf<sub>70Et</sub>, alors que l'effet de ce dernier extrait sur ces souches bactériennes est plus petit que celui de l'extrait Sf<sub>aq</sub>.

La comparaison des CMB des divers extraits testés (Sf<sub>70Et</sub>, et Sf<sub>100Et</sub>) avec celle de Sf<sub>aq</sub> sur la croissance *in vitro* des différentes souches étudiées a permis de dire que :

- Sf<sub>70Et</sub> est 16 fois plus bactéricide que Sf<sub>aq</sub> et Sf<sub>100Et</sub> est 8 fois plus bactériostatique que Sf<sub>aq</sub> sur les souches résistantes de *E. coli* ;
- Sf<sub>70Et</sub> est 4 fois plus bactériostatique que Sf<sub>aq</sub> et Sf<sub>100Et</sub> est 8 fois plus bactéricide que Sf<sub>aq</sub> sur les souches résistantes de *K. pneumoniae* ;
- Pour les souches résistantes de *E. aerogenes*, Sf<sub>70Et</sub> est 2 fois plus bactéricide que Sf<sub>aq</sub>, tandis que Sf<sub>100Et</sub> est 4 fois plus bactériostatique que Sf<sub>aq</sub> ;
- Pour les souches résistantes de *C. koseri*, Sf<sub>70Et</sub> est 2 fois plus bactériostatique que Sf<sub>aq</sub> ; alors que Sf<sub>100Et</sub> est 64 fois plus bactéricide que Sf<sub>aq</sub> ;
- Sf<sub>70Et</sub> est 4 fois plus bactéricide que Sf<sub>aq</sub> et Sf<sub>100Et</sub> est 32 fois plus

bactéricide que Sf<sub>aq</sub> sur les souches résistantes de *M. morgani*.

## Conclusion

Le présent travail a eu pour objectif d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits des fruits de *Solanum torvum* Swartz sur des entérobactéries. Les résultats de cette étude ont montré que les différents extraits des fruits de *Solanum torvum* ont une activité antibactérienne sur les souches étudiées. Cette action bactéricide ou bactériostatique observée est dose-dépendante car elle est liée à l'augmentation des concentrations de l'extrait étudié. Toutefois, le test de Sf<sub>aq</sub> (extrait de base) sur les différentes souches bactériennes étudiées a révélé une activité bactéricide sur les souches résistantes de *C. koseri* et de *E. aerogenes*. En outre, cet extrait a montré une activité bactériostatique sur les souches résistantes de *E. coli* et de *K. pneumoniae*, et sur les souches sensibles de *M. morgani*. Quant au test de Sf<sub>70Et</sub>, il a mis en évidence une activité bactéricide de cet extrait sur les souches résistantes de *E. coli* et de *E. aerogenes*, et les souches sensibles de *M. morgani*, alors que le test de Sf<sub>100Et</sub> a montré une activité bactéricide de cet extrait sur les souches résistantes de *K. pneumoniae* et de *C. koseri*, et les souches sensibles de *M. morgani*. L'action de ce même extrait sur les souches résistantes de *E. coli* et de *E. aerogenes* est bactériostatique. L'activité de l'extrait Sf<sub>100Et</sub> sur l'ensemble des souches bactériennes étudiées a donné les plus faibles valeurs de paramètres antibactériens sur ces souches. Ainsi, cet extrait peut être utilisé comme une ressource pour la mise au point de phytomédicaments contre les gastroentérites.

## CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

OCO est l'investigateur principal. Les auteurs SESY, KCK, NRK, SVM, AKMK et AJD ont contribué également à cette étude.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous les membres du Laboratoire de Biochimie et de Bactériologie du Centre Hospitalier Régional (CHR) de Daloa pour avoir contribué à la réalisation de cette étude.

## REFERENCES

- Bibbal D. 2008. Impact des bêta-lactamines sur l'émergence d'entérobactéries résistantes dans la flore digestive chez le porc : caractéristique et stratégie de prévention. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse III-Paul Sabatier Toulouse (France), p. 136.
- Bobay LM. 2014. Evolution des phages tempérés d'entérobactéries. Thèse de Doctorat de Biologie, Université Pierre et Marie Curie, Paris (France), p. 145.
- Bobay ML, Touchon M, Rocha EP. 2013. The adaptation of temperate bacteriophages to their host genomes. *Biol. Mol. Evol.*, **30**: 737-751. DOI: 10.1093/molbev/mss279
- Bssaibis F, Gmira N, Meziane M. 2009. Activité antibactérienne de *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter. *Rev. Microbiol. Ind. San. Environn.*, **3** (1) : 44-55.
- Chah KF, Muko KN, Oboegbulem SI. 2000. Antimicrobial activity of methanolic extract of *Solanum torvum* fruit. *Fitoterapia*, **71** (2): 187-189. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(99\)00139-2](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(99)00139-2)
- Cheurfa M, Allen R, Sebahia M, Belhireche S. 2013. Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les bactéries pathogènes responsables de gastroentérites. *Phytothérapie*, **11** : 154-160. DOI 10.1007/s10298-013-0777-7
- Dinzedi MR. 2015. Activités antibactériennes des extraits de *Terminilia catappa* et *Thonningia sanguinea* sur *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* multirésistantes d'origine humaine. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, p. 133.
- Fauci AS. 2001. Infectious diseases : considerations for the 21<sup>st</sup> century. *Clin. Infect. Dis.*, **32** : 675-685. DOI:10.1086/319235
- Faure S. 2009. Transfert d'un gène de résistance aux β-lactamines bla<sub>CTX-M-9</sub> entre *Salmonella* et les entérobactéries de la flore intestinale humaine : impact d'une antibiothérapie. Thèse de Docteur de Biologie et Santé, Université de Rennes 1, p. 183.
- Gangoue PJ. 2007. Caractérisation des bêta-lactamases et leur inhibition par les extraits de plantes médicinales. Doctorat ès Sciences en Biochimie, Docteur de 3<sup>ème</sup> Cycle, Université de Liège, p. 100.
- Guessennd N. 2013. Epidémiologie moléculaire de la résistance des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi à Abidjan de 2005 à 2006. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, p. 281.
- Guessennd N, Kacou-N'douba A, Gbonon V, Yapi D, Ekaza E, Dosso M, Courvalin P. 2008. Prévalence et profil de résistance des entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi (BLSE) (Abidjan, Côte d'Ivoire) de 2005 à 2006. *J. Sci. Pharm. Biol.*, **9**(1) : 63-70.
- INSPQ (Institut National de Santé Publique du Québec) 2015. Mesures de prévention et de contrôle de la transmission des bacilles Gram négatif multirésistants dans les milieux de soins aigus au Québec, N°2022, p.16.
- Koffuor GA., Amoateng P, Andey P. 2011. Immunomodulatory and erythropoietic effects of aqueous extract of the fruits of *Solanum torvum* Swartz (Solanaceae). *Pharmacognosy Res.*, **3**(2): 130-134. DOI: 10.4103/0974-8490.81961
- Mansour S. 2015. Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L, *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum scarboides*, Étude *in vivo*. Thèse de Doctorat en Science, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF, p.119.
- Marmonier AA. 1990. Technique de diffusion en gélose: Méthode des disques. In



- Bactériologie Médicale, Techniques usuelles*, 237-244.
- Millogo-Koné H, Asimi S, Guissou Ip et Nacoulma OG. 2008. Etude de l'activité antimicrobienne d'extraits de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. sur des souches de *Staphylococcus aureus*. *Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines*, **15** : 1-5.
- Nassif X, Marmonier AA, Carbonelle B. 1990. Etude de l'activité bactéricide des associations binaires d'antibiotiques. In *Bactériologie Médicale, Techniques Usuelles*, 253-260.
- Okou OC. 2012. Efficacité et spectre d'activité des extraits de *Mitracarpus scaber* Zucc. Ex Schult + Scult. f. (Rubiaceae) et de l'acide fusidique sur les Bactéries Cocci Gram positif. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, p. 229.
- Okou OC, Yapo SE-S. 2018. Activité antibactérienne des extraits de feuilles de *Solanum torvum* : Extraits de feuilles de *Solanum torvum* (Solanaceae) sur la croissance *in vitro* de 3 souches d'entérobactéries. Edition Universitaires Européennes, Berlin, p. 40.
- OOAS (Organisation Ouest Africaine de la Santé) 2013. Pharmacopée Ouest Africaine. In *Solanum torvum*. OOAS ; 195-198.
- Ouattara A. 2014. Evaluation et essai d'optimisation des activités antibactériennes de *Pericopsis laxiflora* (Papilionaceae) et *Vitex doniana* (Verbenaceae), plantes utilisées dans le traitement traditionnel des gastroentérites par les populations des régions Nord et Nord-Est de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, p. 119.
- Ouattara SFS, D'almedia MA, Kouakou K. 2009. Identification d'entérovirus par la technique cellulaire chez l'enfant de 0 à 5 ans à Boribana, quartier précaire d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *European J. Sci. Res.*, **32** : 500-513.
- Siroto J. 1990. Evaluation de l'activité antibactérienne des antibiotiques *in vitro*. In *Bactériologie Médicale* (2<sup>ème</sup> édition). Flammarion ; 297-315.
- Wiat C, Mogana S, Khalifah S, Mahan M, Ismail S, Buckle M, Narayana AK, Sulaiman M. 2004. Antimicrobial screening of plants used for traditional medicine in the state of Perak, Peninsular Malaysia. *Fitoterapia*, **75**(1) : 68-73.
- Zirih GN, Kra AKM, Guéde-Guina F. 2003. Evaluation de l'activité antifongique de *Microglossa pyrifolia* (Lamarck) O. Kuntze (Asteraceae) "PYMI" sur la croissance *in vitro* de *Candida albicans*. *Revue de Médecines et Pharmacopées Africaines*, **17** : 1-18.
- Zirih GN, Grenier P, Guédé-Guina F, Bodo B, Mambu L. 2005. Isolation, characterization and antiplasmodial activity of steroidal alkaloids from *Funtumia elastic* (Preuss) Stapf. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, **15** : 2637-2640. DOI: 10.1016/j.bmcl.2005.03.021.