



ISSN NO. 2320-5407

Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

## INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI: 10.21474/IJAR01/12275  
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/12275>



INTERNATIONAL JOURNAL OF  
ADVANCED RESEARCH (IJAR)  
ISSN 2320-5407  
Journal Homepage: <http://www.journalijar.com>  
Journal DOI: 10.21474/IJAR01

### RESEARCH ARTICLE

#### INFLUENCE DE LA FERMENTATION LACTIQUE SUR LES PROPRIETES ANTIOXYDANTES ET LES TENEURS EN POLYPHENOLS TOTAUX DE NECTARS DE MANGUE

**Pingdwindé Marie Judith Samadoulougou-Kafando<sup>1,2</sup>, Charles Parkouda<sup>1</sup>, Rémy Kindanloun Bationo<sup>3</sup>, Donatien Kabore<sup>1</sup>, Inoussa Salambéré<sup>1</sup>, Hagrétou Sawadogo-Lingani<sup>1</sup> and Mamoudou H. Dicko<sup>2</sup>**

1. Département Technologie Alimentaire (DTA), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT)/CNRST, 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso.
2. Laboratoire de Biochimie, Biotechnologie, Technologie Alimentaire et Nutrition (LABIOTAN) Université Joseph Ki-Zerbo, 09 BP 848 Ouagadougou 09, Burkina Faso
3. Laboratoire de Chimie Organique et de Physique Appliquée (LCOPA) Université Joseph Ki-Zerbo.

#### Manuscript Info

##### Manuscript History

Received: 05 November 2020

Final Accepted: 10 December 2020

Published: January 2021

##### Key words:-

Polyphénols Totaux, Activité Antioxydante, Fermentation Lactique, Mangue, Bactéries Lactiques

#### Abstract

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'aptitude de trois isolats de bactéries lactiques (*Lactobacillus plantarum* TD1h, *Lactobacillus fermentum* LOr2j et *Pediococcus acidilactici* TE5a) à fermenter du nectar de mangue et à améliorer l'activité antioxydante. Leurs aptitudes à survivre et à fermenter le nectar de mangue ont d'abord été évaluées à travers le suivi de leur cinétique de croissance, l'évolution du pH et de l'acidité titrable dans le nectar de cultivar de mangue Valencia. Ces isolats ont ensuite été utilisés pour fermenter des nectars de trois cultivars de mangue puis, les teneurs en polyphénols totaux et l'activité antioxydante ont été déterminées au cours de la fermentation. Le suivi des paramètres au cours de la fermentation montre que pour chaque isolat, il y a une augmentation du nombre de cellules dans le nectar de mangue accompagnée d'une augmentation de l'acidité titrable et d'une baisse du pH. Les teneurs en polyphénols totaux ont significativement augmenté dans les nectars de mangue fermentés avec *L. plantarum* TD1h et *P. acidilactici* TE5a. La meilleure augmentation a été de 55,36% obtenue lors de la fermentation du nectar de cultivar lippens avec *L. plantarum* TD1h. Quant à l'activité antioxydante, elle a significativement augmenté dans les nectars de cultivars Lippens et Kent. La meilleure réduction de la concentration requise pour provoquer une inhibition de 50% de la DPPH (IC<sub>50</sub>) a été de 42,82% obtenu lors de la fermentation du nectar de cultivar lippens avec *L. fermentum* LOr2j.

Copy Right, IJAR, 2021,. All rights reserved.

#### Introduction:-

Les produits fermentés à base de fruits et de légumes mondialement connus sont par exemple le choucroute, les olives, les concombres et le kimchi qui sont des aliments ayant un effet bénéfique pour la santé (Fessard, 2017). Des études ont en effet montré que la fermentation lactique améliorait les qualités nutritionnelles (composés phénoliques, vitamines du groupe B, acides aminés essentiels, etc.) des fruits et légumes (Capozziet al., 2012 ; Filannino et al., 2015 ; Corona et al., 2016). Parmi les fruits, la mangue (*Mangifera indica* L.) occupe une place de choix à l'échelle

**Corresponding Author:- Pingdwindé Marie Judith Samadoulougou-Kafando**

Address:- Département Technologie Alimentaire (DTA), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT)/CNRST, 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

mondiale avec une production estimée à environ 48361 300 tonnes (FaoStat, 2019). La mangue est particulièrement riche en bêta-carotène ou provitamine A et en vitamine C (Joas *et al.*, 2009). Elle est également riche en composés phénoliques avec des teneurs pouvant atteindre 110,41 mg EAG/100 g de pulpe fraîche (Kanté-Traoré, 2019). Cependant, il est de plus en plus reconnu que les avantages pour la santé des composés phénoliques dépendent en partie de leur conversion microbienne (Selma *et al.*, 2009) et que les bactéries lactiques représentent une partie importante des microorganismes de fermentation des aliments végétaux (Di Cagno *et al.*, 2013). Le métabolisme des composés phénoliques par certaines bactéries lactiques au cours de la fermentation pourrait induire une augmentation de l'activité antioxydante du produit fermenté (Rodríguez *et al.*, 2009, Filannino *et al.*, 2015, Zhao et Shah, 2016). En effet, pendant la fermentation lactique des végétaux, les bactéries lactiques sont capables d'hydrolyser les composés phénoliques présents sous forme de polymères, libérant ainsi des molécules bioactives en augmentant leur biodisponibilité (Rodríguez *et al.*, 2009, Zhao et Shah, 2016). Néanmoins, la capacité à tolérer et à métaboliser les composés phénoliques dépend de l'espèce ou de la souche. Selon Sanchez-Maldonado *et al.* (2011), les souches montrant une capacité à métaboliser ou à tolérer les composés phénoliques sont généralement isolées à partir d'aliments fermentés ayant une teneur élevée en ces composés. La présente étude se propose d'évaluer l'aptitude de trois souches de bactéries lactiques isolées de mangues (*L. fermentum* LOr2j) et de tomates (*L. plantarum* TD1h et *P. acidilactici* TE5a) à fermenter le nectar de mangue avec amélioration de l'activité antioxydante. Nos précédentes investigations (Samadoulougou-Kafando *et al.*, 2019, Kafando, 2019) ont montré que ces isolats avaient une activité antimicrobienne contre des souches indicatrices de microorganismes pathogènes tels *S. aureus*, *S. epidermidis*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. infantis*, *S. typhimurium*, *S. enteridis*, *E. coli*, *A. flavus* et *A. fumigatus*. Une aptitude à améliorer l'activité antioxydante du produit fermenté pourra permettre l'utilisation de ces isolats pour l'amélioration de la conservation et de la qualité nutritionnelle des fruits et légumes par fermentation contrôlée.

## Matériel Et Méthodes:-

### Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué de :

1. cultivar de mangues Valencia, Amélie, Kent et Lippens achetées dans la ville de Ouagadougou au marché de Sankaryaar.
2. trois isolats de bactéries lactiques appartenant aux espèces *Lactobacillus plantarum* (TD1h) numéro d'accèsion Genbank MN242003, *Pediococcus acidilactici* (TE5a) numéro d'accèsion Genbank MN242005 isolées de tomates (Samadoulougou-Kafando *et al.*, 2019) et *Lactobacillus fermentum* (LOR2j) numéro d'accèsion Genbank MN241993 isolée de mangues (Kafando, 2019).

### Revivification des isolats de bactéries lactiques

Les isolats LOR2j, TD1h et TE5a, préalablement conservés à -20 °C ont été repiqués sur la gélose de Man Rogosa et Sharpe (MRS, Liofilchem, Italy) et incubés en anaérobiose à 37 °C pendant 48 h. Une colonie isolée de chaque isolat a été ensuite repiquée dans le bouillon MRS (Liofilchem, Italy) et incubée à 37 °C pendant 24 h. Un volume de 100 µL de bouillon de culture a été ensemencé à nouveau dans 10 mL de bouillon MRS puis incubé à 37 °C pendant 18 h. Ces cultures de 18 h ont été utilisées pour les différentes inoculations.

### Étude de la cinétique de croissance des trois isolats de bactéries lactiques et suivi du pH et de l'acidité

#### Préparation des échantillons

La cinétique de croissance a été évaluée dans du bouillon MRS et dans du nectar de mangue de cultivar Valencia. Le nectar a été préparé à partir de la pulpe broyée diluée au quart avec de l'eau distillée. L'ensemble a été filtré à l'aide d'un tamis Edelstahl normalisé AFNOR-ASTM de 180 µm de mailles pour donner le nectar de mangue. Une partie du nectar a été distribuée dans des tubes à essais en raison de 10 mL par tube pour le test de suivi de croissance et le reste du nectar a été distribué dans des flacons en raison de 200 mL par flacon pour les suivis de l'évolution du pH et de l'acidité au cours de la fermentation. Le nectar ainsi conditionné a été stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 20 min.

Un volume de 100 µL d'une culture de 18 h de chaque isolat de bactérie lactique a été inoculé dans 10 mL de bouillon MRS de pH 6,36 et dans 10 mL de nectar de mangue de pH 4,34 soit une inoculation à 1% (v/v), puis les tubes ont été incubés à 30 °C. Un volume de 1 mL a été prélevé à 0, 12, 24 et 48 h pour le dénombrement des bactéries lactiques.

Les nectars contenus dans les flacons ont également été inoculés à 1% (v/v) avec les différents isolats et incubés à 30 °C, puis des prélèvements ont été effectués à 0, 12 et 24 h pour le suivi du pH et de l'acidité.

### Suivi de la croissance des trois isolats

Le volume de 1 mL d'échantillon prélevé a été dilué dans 9 mL de diluant stérile (5 g de peptone, 8,5 g de NaCl et 1000 mL d'eau distillée, pH 7,0), puis une série de dilutions décimales successives a été réalisée pour l'ensemencement dans la masse avec de la gélose MRS. Les boîtes ensemencées ont été placées dans des jars d'anaérobiose avec des générateurs de CO<sub>2</sub> et incubées à 37°C pendant 48 h. Après la période d'incubation, les colonies ont été comptées et le dénombrement a été fait en utilisant les boîtes de deux dilutions consécutives selon la norme ISO 15214 (1998). Les résultats sont exprimés en unité formant colonie (UFC) par millilitre d'échantillon.

### Suivi du pH et de l'acidité au cours de la fermentation

L'acidité titrable et le pH des échantillons prélevés ont été déterminés selon la méthode AFNOR, NF V05 –101 (1974). L'acidité titrable a été déterminée par titrimétrie avec du NaOH 0,1 N et le pH a été mesuré à l'aide d'un pHmètre électronique (CONSORT P901, Belgique) préalablement calibré avec des solutions tampon standards pH = 4 et 7. L'acidité titrable est exprimé en gramme d'acide citrique pour cent grammes de nectar (g AC/100g).

### Etude de l'évolution des teneurs en polyphénols totaux et de l'activité antioxydante du nectar de mangue au cours de la fermentation avec les trois isolats

L'évolution des polyphénols totaux et de l'activité antioxydante a été suivie au cours de la fermentation du nectar de mangue pour chacun des trois isolats. Pour ce faire trois cultivars de mangue ont été utilisés. Il s'agit du cultivar Amélie, du cultivar Kent et du cultivar Lippens. **Préparation des échantillons** : les nectars ont été préparés comme précédemment avec les pulpes des différents cultivars et répartis dans des flacons en raison de 100 mL par flacon puis pasteurisés à l'eau bouillante pendant 10 min. Les nectars refroidis ont été ensemencés à 1% (v/v) avec de l'inoculum obtenu suite à une série de centrifugation/lavage à 5000 g pendant 10 min à 4 °C des cultures de 18 h. Les nectars ensemencés ont été incubés dans une étuve (Binder) à 30°C. Des prélèvements ont été effectués à 0, 12 et 24 h de fermentation pour les analyses. Des nectars de mangue témoins non fermentés des trois cultivars ont été associés. Une fois prélevés les échantillons ont été centrifugés à 8000 g pendant 10 min à 4°C, puis le surnageant a été filtré à l'aide d'un filtre seringue de 45µm (Sartorius, Germany). Les filtrats obtenus ont été utilisés pour les analyses des polyphénols totaux et de l'activité antioxydante.

### Détermination des polyphénols totaux du nectar de mangue

Les composés phénoliques ont été dosés dans les filtrats de nectar de mangue selon la méthode Folin Ciocalteu miniaturisée (Dicko *et al.*, 2005). Dans une plaque de 96 puits, 15 µL de réactif Folin ont été mélangés avec 30 µL de chaque échantillon ou étalon. Après une incubation de 4 minutes à température ambiante, 60 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,00 mM ont été ajoutés pour arrêter l'activité de la réaction. Puis 195 µL d'eau distillée ont été ajoutés. Après incubation pendant 1 h à température ambiante, l'absorbance à 765 nm a été mesurée. Les résultats ont été exprimés par milligramme en équivalent d'acide gallique pour cent grammes de pulpe de mangue fraîche (mg EAG /100g PF).

### Détermination de l'activité antioxydante du nectar de mangue

La capacité antioxydante du nectar de mangue à réduire le radical DPPH a été déterminée selon la méthode de Brand-Williams *et al.* (1997). Un volume de 50 µL de chaque extrait est ajouté à 200 µL de solution de méthanol DPPH (2 mg/50mL). Après 10 min d'incubation à 37°C, l'absorbance a été lue à 515 nm. L'absorbance d'un blanc ne contenant pas l'échantillon a également été mesurée. Les activités antioxydantes des extraits ont été déterminées en rapportant l'absorbance lue sur la courbe d'étalonnage établie à l'aide du Trolox ( $y = -8,7913 x + 0,6626$  avec  $R^2 = 0,9927$ ) comme standard. L'activité anti-radicalaire a été exprimée en concentration requise pour provoquer une inhibition de 50% de la DPPH (IC<sub>50</sub>). Les résultats ont été exprimés en microgrammes d'équivalents Trolox par milligramme de pulpe de mangue fraîche (µg de TE/mg PF).

Les estimations de l'évolution des teneurs en polyphénols totaux et de l'activité antioxydante des nectars fermentés pendant 24 h ont été faites par rapport aux témoins non fermentés incubés pendant 24 h.

### Traitement statistique des données

Le tableur Excel Microsoft Office 2016 a été utilisé pour la confection de la base des données. Les analyses expérimentales ont été réalisées en triple. Les données physicochimiques ont été soumises à l'analyse de la variance ANOVA à l'aide du logiciel XLSTAT 2014.5.03 selon le test de Tukey (HSD) au seuil de 5%.

## Résultats:-

### Cinétique de la croissance des trois isolats de bactéries lactiques

La croissance des trois isolats a été évaluée dans du bouillon MRS et dans du nectar de mangue pendant 48 h de fermentation à 30°C. L'évolution de la charge microbienne de l'isolat de *L. fermentum* LOr2j dans le nectar de mangue a été caractérisée par une croissance exponentielle du nombre de cellules viables (7,04 – 8,99 log CFU/mL) les 12 premières heures, suivi d'une légère décroissance (8,99 – 8,38 log CFU/mL) entre 12 – 24h et d'une décroissance rapide du nombre de cellules viables (8,38 – 7,38 log CFU/mL) entre 24 – 48 h (Fig 1A). Dans le bouillon MRS, son évolution a été caractérisée par une croissance exponentielle du nombre de cellules viables (7,04 – 8,40 log CFU/mL) les 12 premières heures, suivi d'une phase plus ou moins stationnaire (8,40 – 8,65 log CFU/mL) entre 12 – 24 h et d'une décroissance du nombre de cellules viables (8,65 – 8,43 log CFU/mL) entre 24 – 48 h.

L'évolution de l'isolat *L. plantarum* TD1h dans le nectar de mangue et dans le bouillon MRS a été caractérisée par une croissance exponentielle du nombre de cellules viables (7,15 – 8,18 log CFU/mL) et (6,91 – 8,78 log CFU/mL) respectivement les 12 premières heures (Fig 1B). Le nombre de cellules viables a continué de croître (8,18 – 8,54 log CFU/mL) dans le nectar de mangue et dans le bouillon MRS (8,78 – 9,43 log CFU/mL) entre 12 – 48 h.

Quant à l'isolat *P. acidilactici* TE5a son évolution dans le nectar de mangue et dans le bouillon MRS a été caractérisée par une croissance exponentielle du nombre de cellules viables (7,30 – 9,02 log CFU/mL) et (7,15 – 10,43 log CFU/mL) respectivement les 12 premières heures, suivi d'une phase de décroissance (9,02 – 7,54 log CFU/mL) dans le nectar de mangue entre 12 – 48 h. Dans le bouillon MRS le nombre de cellules viables a continué de croître (10,43 – 10,95 log CFU/mL) entre 12 – 24h avant de décroître (10,95 – 9,43 log CFU/mL) entre 24 – 48 h (Fig 1C).

### Evolution du pH et de l'acidité titrable au cours de la fermentation

Le pH des nectars a significativement baissé au cours de la fermentation. En 24 h de fermentation, les pH des nectars ont évolué de  $4,34 \pm 0,00$  à  $3,57 \pm 0,01$  pour le nectar fermenté avec *L. fermentum*, de  $4,34 \pm 0,00$  à  $3,41 \pm 0,01$  pour le nectar fermenté avec *L. plantarum* et de  $4,34 \pm 0,00$  à  $3,42 \pm 0,01$  pour le nectar fermenté avec l'isolat de *P. acidilactici* (tableau 1). Quant à l'acidité titrable des nectars, elle a significativement augmenté au cours de la fermentation. En 24 h de fermentation, les acidités titrables des nectars ont évolué de  $0,18 \pm 0,00$  à  $0,37 \pm 0,01$  gAC /100g de nectar, de  $0,17 \pm 0,00$  à  $0,32 \pm 0,01$  gAC /100 g nectar et de  $0,17 \pm 0,00$  à  $0,35 \pm 0,01$  gAC /100g de nectar pour les nectars fermentés avec les isolats de *L. fermentum*, *L. plantarum* et de *P. acidilactici* respectivement (tableau 1).

### Effet de la fermentation lactique sur les teneurs en polyphénols totaux et l'activité antioxydante du nectar de mangue

Pour le nectar de mangue produit avec le cultivar Lippens, avant fermentation, la concentration en polyphénols totaux était de  $69,90 \pm 9,33$  mg EAG /100g PF et l'activité anti-radicalaire exprimée en concentration requise pour provoquer une inhibition de 50% de la DPPH (IC<sub>50</sub>) de  $164,97 \pm 2,07$  µg TE/mg PF. Après 24 h de fermentation, les concentrations en polyphénols totaux et les IC<sub>50</sub> ont évolué respectivement de  $166,51 \pm 10,17$  mg EAG /100g PF et  $94,91 \pm 1,39$  µg TE /mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *L. plantarum* TD1h, de  $129,39 \pm 9,40$  mg EAG /100g PF et  $83,90 \pm 0,00$  µg TE/mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *L. fermentum* LOr2j, de  $103,76 \pm 8,63$  mg EAG /100g et  $99,91 \pm 2,72$  µg TE /mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *P. acidilactici* TE5a. Quant au nectar non fermenté sa teneur en polyphénols totaux et son IC<sub>50</sub> après 24 h d'incubation à 30°C ont été respectivement de  $107,18$  mg EAG /100g PF et de  $146,72$  µg TE /mg PF. Les teneurs en polyphénols totaux ont significativement augmenté ( $p < 0,05$ ) dans le nectar de mangue fermenté avec l'isolat *L. plantarum* TD1h (Fig 2A) avec un taux d'augmentation de 55,36%. Cependant, il n'y a pas de différence significative entre les teneurs en polyphénols totaux des nectars fermentés avec les isolats de *L. fermentum* et *P. acidilactici* et ceux du nectar témoin incubé pendant 24 h. Quant à l'activité antioxydante, une baisse significative ( $p < 0,05$ ) des IC<sub>50</sub> des nectars fermentés avec les trois isolats a été constatée avec la plus forte baisse 42,82% observée avec l'isolat *L. fermentum*.

Pour le nectar de mangue développé avec le cultivar Kent, avant fermentation, la concentration en polyphénols totaux était de  $181,76 \pm 10,95$  mg EAG /100g PF et l'activité anti-radicalaire de  $152,80 \pm 2,95$  µg TE/mg PF (Fig 3). Après 24 h de fermentation, les concentrations en polyphénols totaux et les IC<sub>50</sub> ont été respectivement de  $214,50 \pm 21,27$  mg EAG /100g PF et  $92,74 \pm 0,64$  µg TE/mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *L. plantarum* TD1h, de  $192,60 \pm 1,88$  mg EAG /100g PF et  $95,92 \pm 1,71$  µg TE /mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *L.*

*fermentum*LOr2j, de  $208,13 \pm 15,33$  mg EAG /100g PF et  $136 \pm 1,32$  µg TE/mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *P. acidilactici* TE5a. Les teneurs en polyphénols totaux ont évolué à  $173,91$  mg EAG/100 g PF et la  $IC_{50}$  de  $152,23$  µg TE /mg PF dans le nectar non fermenté incubé à  $30$  °C pendant 24 h. Bien que la concentration la plus élevée en polyphénols totaux après 24 h de fermentation ait été obtenue avec l'isolat *L. plantarum* TD1h, il n'y a pas de différence significative entre les teneurs en polyphénols totaux des nectars fermentés et ceux du nectar non fermenté. Quant à l'activité antioxydante, une baisse significative ( $p < 0,05$ ) des  $IC_{50}$  des nectars fermentés avec les trois isolats de bactéries lactiques a été constatée comme pour le cultivar Lippens. Les baisses les plus importantes ont été observées avec les isolats *L. plantarum*(39,08%) et *L. fermentum*(35,31%).

En ce qui concerne le nectar de mangue produit avec le cultivar Amélie, avant fermentation, sa concentration en polyphénols totaux était de  $336,71 \pm 9,19$  mg EAG /100g PF et son  $IC_{50}$  de  $18,26 \pm 0,21$  µg TE/mg PF (Fig 4). Après 24 h de fermentation, les concentrations en polyphénols totaux et les  $IC_{50}$  ont été respectivement de  $451,04 \pm 12,34$  mg EAG /100g PF et  $24,74 \pm 0,57$  µg TE/mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *L. plantarum* TD1h, de  $398,86 \pm 14,68$  mg EAG /100g PF et  $19,61 \pm 0,49$  µg /mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *L. fermentum* LOr2j, de  $445,45 \pm 14,53$  mg EAG /100g PF et  $22,68 \pm 0,14$  µg TE/mg PF pour le nectar fermenté avec l'isolat *P. acidilactici* TE5a. Les teneurs en polyphénols totaux des nectars fermentés avec les isolats *L. plantarum* TD1h et *P. acidilactici* TE5a ont significativement augmenté ( $p < 0,05$ ) après 24 h de fermentation. Pour l'activité antioxydante, malgré la variabilité des  $IC_{50}$ , il n'y a pas de différence significative entre les  $IC_{50}$  des nectars fermentés et celles du nectar témoin.

### Discussion:-

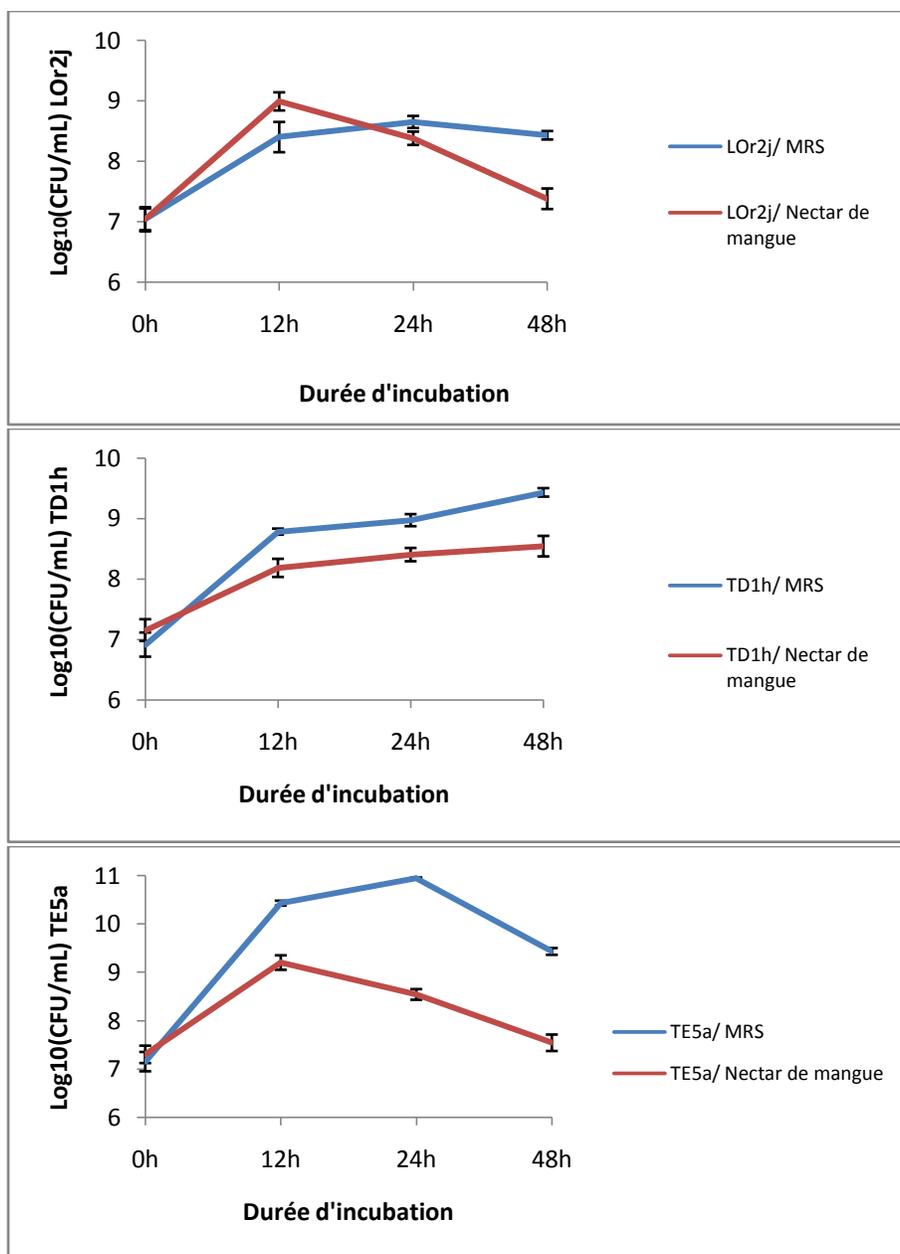
Les trois isolats ont été capables de survivre et de se développer dans le nectar de mangue au cours de la fermentation. Le dénombrement des cellules viables de *L. fermentum* LOr2j et de *P. acidilactici* TE5a a montré une décroissance rapide dans le nectar de mangue après 12h de fermentation et une décroissance plus ou moins tardive dans le bouillon MRS après 24h de fermentation. Le nectar de mangue avant inoculation avait déjà un pH 4,34 acide comparé au bouillon MRS qui avait un pH 6,36 correspondant au pH requis pour une croissance optimale des bactéries lactiques. Après 12 h de fermentation, l'acidité des nectars a augmenté et le pH a baissé (Tableau 1). Cette acidité rend hostile le milieu nectar de mangue et pourrait entraîner une mort cellulaire de certaines espèces bactériennes. Le nombre de cellules viables de *L. plantarum* a continué de croître dans les deux milieux jusqu'à 48 h de fermentation. Selon **Daeschel et Nes (1995)** les bactéries lactiques du genre *L. plantarum* tolèrent les milieux à pH faible, ce qui démontre leur grande résistance aux conditions acides. Dans la plus part des cas, le nombre de cellules viables a été plus élevé dans le bouillon MRS que dans le nectar de mangue pendant la période de fermentation. Cependant, la croissance de la souche *L. fermentum* LOr2j a été plus forte dans le nectar de mangue durant les 20 premières heures d'incubation (Fig 1A). La souche *L. fermentum* LOr2j avait été isolée de mangues. Dans le nectar de mangue, elle se retrouve donc dans sa niche écologique. Selon **Di Cagno et al. (2013)** et **Fessard (2017)**, l'adaptation préalable des cultures starter autochtones à la matrice favorise leur implantation pendant la fermentation.

Avant la fermentation, les teneurs initiales en polyphénols totaux dans la pulpe de mangue de cultivar Lippens sont comparables à celles de  $62,85$  mg EAG /100g PF rapportées par **Kanté-Traoré (2019)** pour les mangues de même cultivar. Dans la pulpe de mangue de cultivar Kent, les teneurs de  $181,76 \pm 10,95$  mg EAG /100g PF ont été plus élevées que celles rapportées par **Kanté-Traoré (2019)** pour les mangues de même cultivar ( $63,89$  mg EAG /100g PF). Cependant, ces teneurs sont moins élevées par rapport à celles de  $193,36 \pm 3,21$  mg GAE/100 g PF rapportées par **Ma et al. (2011)** pour la mangue de cultivar Tainong. Quant à la pulpe de mangue de cultivar Amélie, les teneurs en polyphénols totaux ont été plus élevées que celles de  $59,95$  mg EAG /100g PF rapportées par **Kanté-Traoré (2019)** pour les mangues de même cultivar. La pulpe de cultivar Amélie a une teneur en matière sèche de 17,72 %, les teneurs en polyphénols exprimées par rapport à la matière sèche sont de  $1900,17$  mg EAG /100g MS. Ces teneurs sont également plus élevées que celles de  $1725,2$  mg/100 g MS rapportées par **Sogi et al. (2015)** pour la pulpe de mangue de cultivar Tommy Atkin. Les teneurs en polyphénols totaux ont en général augmenté dans les nectars de mangue non fermentés après 24h d'incubation. Ce qui pourrait être dû à une meilleure extraction des composés phénoliques par l'eau. En effet, selon **Bourgou et al. (2016)**, l'eau est l'un des meilleurs solvants pour l'extraction des composés phénoliques. Le nectar de mangue ayant été préparé avec une dilution au  $\frac{1}{4}$  m/v de pulpe de mangue broyée avec de l'eau distillée, un long temps de repos (24 h) pourrait favoriser une meilleure extraction des polyphénols totaux et occasionner une augmentation des teneurs.

Les isolats *L. plantarum* TD1h et *P. acidilactici* TE5a ont fermenté les nectars de mangue de cultivars Lippens et Amélie avec une augmentation ( $p < 0,05$ ) des teneurs en polyphénols totaux. Les mêmes isolats n'ont pas pu augmenter de manière significative les teneurs en polyphénols totaux du nectar de mangue de cultivar Kent. Ces résultats sont comparables à ceux de **Fessard et al. (2017)** qui ont observé une augmentation des teneurs en polyphénols totaux lors de la fermentation de la pulpe de papaye et du jus d'ananas avec des bactéries lactiques et l'absence de changement significatif lors de la fermentation de la pulpe de mangue avec les mêmes bactéries lactiques. L'isolat *L. fermentum* a fermenté les nectars des trois cultivars de mangue sans un changement significatif des teneurs en polyphénols totaux, cela pourrait être lié à la nature des enzymes dont il dispose. En effet l'augmentation des teneurs en polyphénols totaux observée pendant la fermentation lactique peut résulter de la dépolymérisation ou de l'hydrolyse de composés phénoliques présents sous forme de polymères, libérant ainsi des molécules bioactives en augmentant leur concentration et leur biodisponibilité (**Hur et al., 2014 ; Filannino et al., 2015**). La mangue contient des composés phénoliques comme la mangiférine, les gallotanins, l'acide chlorogénique, les acides hydroxybenzoïques (acide gallique, acide vanillique, acide protocatéchique) et les dérivés glucosidiques hydroxybenzoïques (acide gallique O-hexoside, syringicacide O-hexoside) (**Palafox-Carlos et al., 2012 ; Morales et al., 2017**). Certaines bactéries lactiques notamment les *L. plantarum* et quelques *Lactobacillus spp.* possèdent plusieurs enzymes, comme la  $\beta$ -glucosidase, la tanase, la feruloyl-estérase ou l'acide phénolique décarboxylase leur permettant de métaboliser les composés phénoliques (**Rodriguez et al., 2009 et Di Cagno et al., 2016**). Des études ont également mis en évidence le métabolisme des composés phénoliques chez des bactéries lactiques du genre *Pediococcus spp.* (**Barthelmebs et al., 2000 et Kaur et al., 2014**).

Les trois isolats ont fermenté les nectars de mangue de cultivars Lippens et Kent avec une augmentation significative de l'activité antioxydante (Fig 2B, Fig 3B) des nectars caractérisée par les diminutions significatives ( $P < 0,05$ ) des concentrations requises pour provoquer une inhibition de 50% de la DPPH en 24 h. De manière générale, au cours de la fermentation, les taux en polyphénols totaux ont augmenté tandis que les  $IC_{50}$  ont diminué. Selon certains auteurs, le métabolisme des composés phénoliques conduit souvent à une augmentation de l'activité antioxydante du produit fermenté (**Rodriguez et al., 2009 ; Filannino et al., 2015 ; Zhao and Shah, 2016**). Cependant, la formation d'exopolysaccharides, de glutathion, de superoxyde dismutase et de catalase peut être impliquée dans l'augmentation de l'activité antioxydante pendant la fermentation lactique (**Hur et al., 2014**). En outre, les capacités antioxydantes totales des matières végétales sont principalement attribuables aux composés polyphénoliques totaux et à l'acide ascorbique (**Shivashankara et al., 2004**).

Pour le nectar préparé à partir du cultivar Amélie, une augmentation des taux en polyphénols totaux a été constatée après fermentation mais cette augmentation n'a pas induit une diminution de l' $IC_{50}$  comme avec les deux autres cultivars. Au contraire une diminution de l'activité antioxydante a été observée. Ce résultat n'est pas en accord avec ceux de **Tunali et al. (2001), Fernández-Pachón et al. (2004) et Mbaïogaou et al. (2013)** qui ont montré qu'il existe une forte corrélation entre la concentration en polyphénols totaux et l'activité antioxydante des extraits des plantes. Cependant, il convient de relever que le nectar de mangue de cultivar Amélie possédait initialement une très forte concentration en polyphénols totaux de 336,7 mg EAG /100g PF et une très forte activité antioxydante  $IC_{50}$  de 18,26  $\mu$ g/mg PF proche de celui du trolox qui est 16,37  $\mu$ g/mg. A forte dose, les composés phénoliques ont une action antimicrobienne et peuvent inhiber la croissance des bactéries lactiques (**García-Ruiz et al., 2011**). Mais selon **Rodriguez et al. (2009) et Di Cagno et al. (2016)**, pour surmonter l'inhibition des composés phénoliques, les bactéries lactiques utilisent plusieurs mécanismes qui comprennent principalement la dissociation des complexes polyphénol-substrat, l'inactivation des polyphénols par des liants à haute affinité, la modification/réparation membranaire, la séquestration d'ions métalliques et la modification/dégradation des composés phénoliques.



**Fig 1 :** Evolution de la population bactérienne de trois isolats de bactéries lactiques en incubation dans du bouillon MRS et dans du nectar de mangue à 30 °C pendant 48 h.

**A :** Evolution de *L. fermentum* (LOr2j) ;

**B :** Evolution de *L. plantarum*(TD1h) ;

**C :** Evolution de *P. acidilactici*(TE5a).

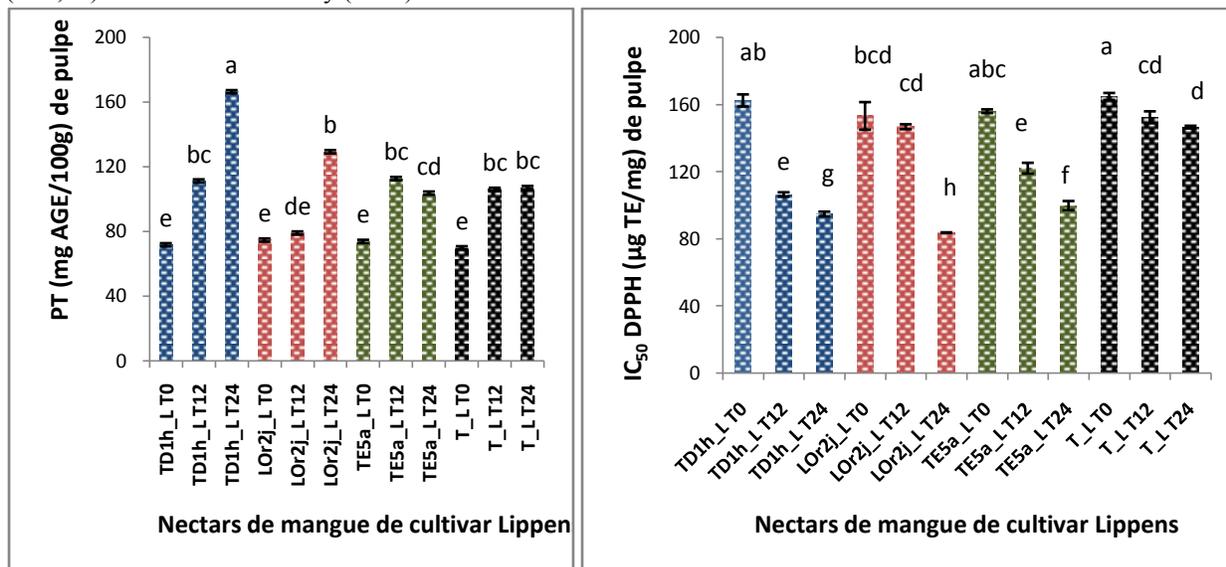
Isolats de BL utilisés pour fermenter le Nectar	Durée de la fermentation en heure		
	pH		
	0	12	24
<i>L. fermentum</i>	4,34 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,86 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,57 ± 0,01 <sup>d</sup>
<i>L. plantarum</i>	4,34 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,58 ± 0,01 <sup>d</sup>	3,41 ± 0,01 <sup>c</sup>
<i>P. acidilactici</i>	4,34 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,62 ± 0,01 <sup>c</sup>	3,42 ± 0,01 <sup>c</sup>
	Acidité titrable (en g d'acide citrique/100g de nectar de mangue)		
	0	12	24
<i>L. fermentum</i>	0,18 ± 0,00 <sup>e</sup>	0,22 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>a</sup>

<i>L. plantarum</i>	0,17 ± 0,00 <sup>g</sup>	0,25 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>e</sup>
<i>P. acidilactici</i>	0,17 ± 0,00 <sup>g</sup>	0,19 ± 0,00 <sup>f</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>b</sup>

**Tableau 1:-** Evolution du pH et de l'acidité titrable au cours de la fermentation.

BL : Bactéries lactiques

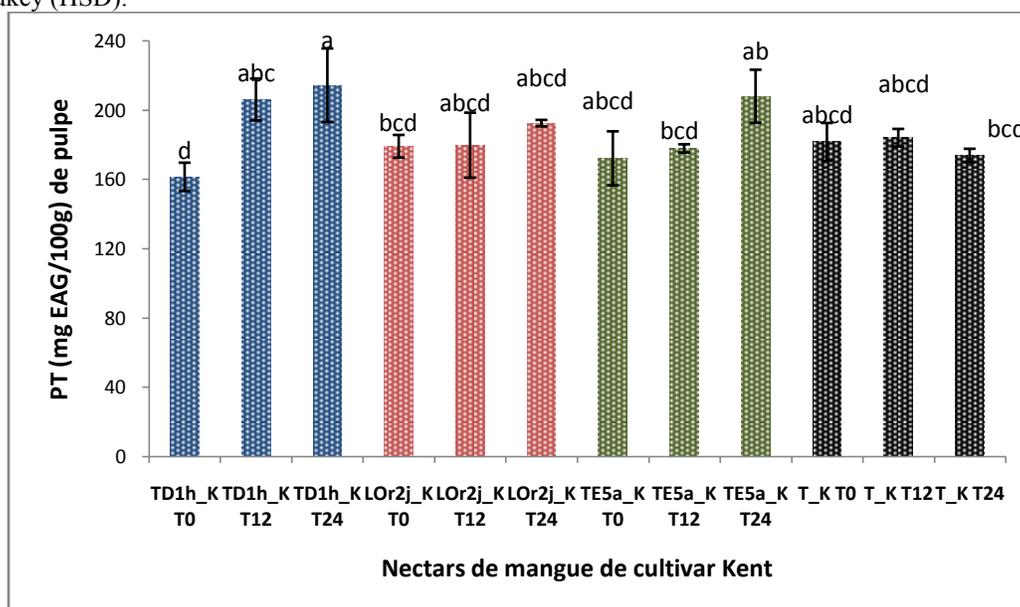
Les valeurs moyennes sur la même ligne ayant des lettres différentes en exposant sont significativement différentes (P<0,05) selon le test de Tukey (HSD)



**Fig 2:-** Effet de la fermentation lactique sur les polyphénols totaux (A) et sur l'activité antioxydante (B) du nectar de mangue de cultivar Lippens.

PT : polyphénols totaux, TD1h\_L : nectar de Lippens fermenté avec l'isolat de *L. plantarum* TD1h ; LOR2j\_L : nectar de Lippens fermenté avec l'isolat de *L. fermentum* LOR2j ; TE5a\_L : nectar de Lippens fermenté avec l'isolat de *P. acidilactici* TE5a ; T0 : zéro heure ; T12 : 12 heures ; T24 : 24 heures.

Les valeurs moyennes ayant des lettres différentes en exposant sont significativement différentes (p< 0,05) selon le test de Tukey (HSD).



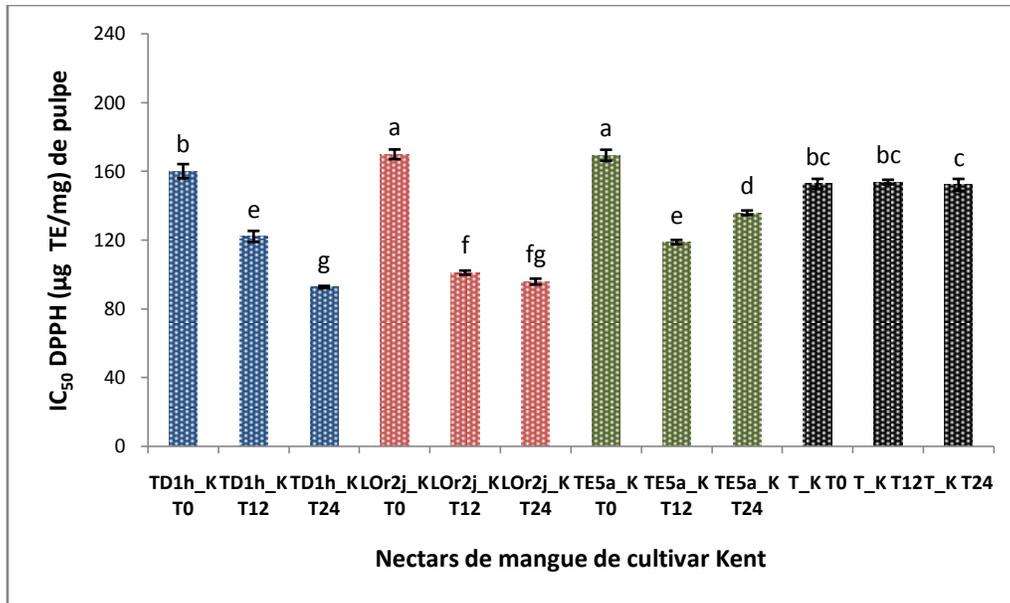
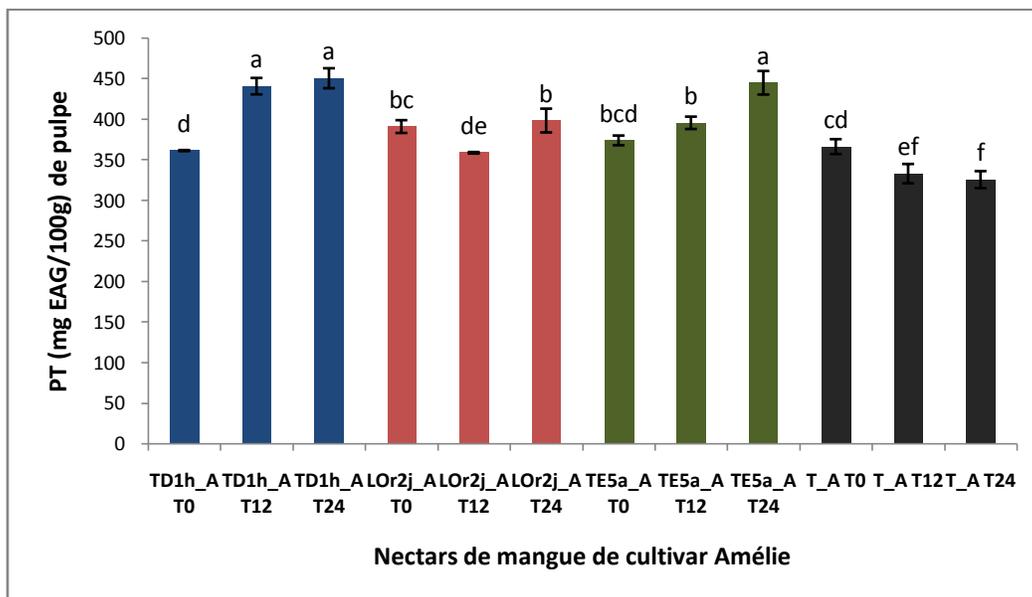


Fig 3:- Effet de la fermentation lactique sur les polyphénols totaux (A) et sur l'activité antioxydante (B) du nectar de mangue de cultivar Kent.

PT : polyphénols totaux, TD1h\_K : nectar de Kent fermenté avec l'isolat de *L. plantarum* TD1h ; LOr2j\_K : nectar de Kent fermenté avec l'isolat de *L. fermentum* LOr2j ; TE5a\_K : nectar de Kent fermenté avec l'isolat de *P. acidilactici* TE5a ; T0 : zéro heure ; T12 : 12 heures ; T24 : 24 heures.

Les valeurs moyennes ayant des lettres différentes en exposant sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) selon le test de Tukey (HSD).



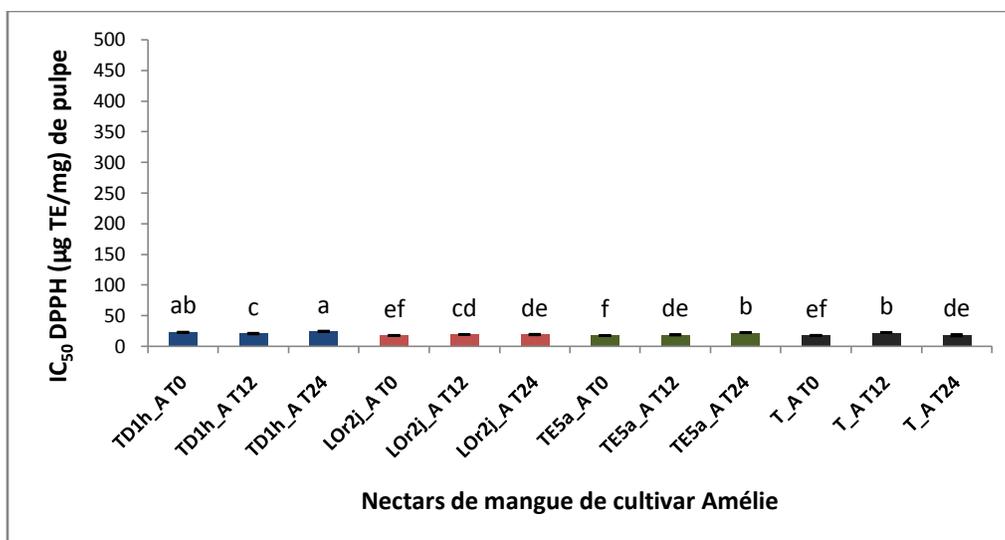


Fig 4:- Effet de la fermentation lactique sur les polyphénols totaux (A) et sur l'activité antiFigoxydante (B) du nectar de mangue de cultivar Amélie.

PT : polyphénols totaux, TD1h\_A : nectar de Amélie fermenté avec l'isolat de *L. plantarum* TD1h ; LOr2j\_A : nectar de Amélie fermenté avec l'isolat de *L. fermentum* LOr2j ; TE5a\_A: nectar de Amélie fermenté avec l'isolat de *P. acidilactici* TE5a ; T0 : zéro heure ; T12 : 12 heures ; T24 : 24 heures.

Les valeurs moyennes ayant des lettres différentes en exposant sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) selon le test de Tukey (HSD).

### Conclusion:-

La présente étude a permis de savoir que les trois isolats de bactéries lactiques *L. fermentum* LOr2j, *L. plantarum* TD1h et *P. acidilactici* TE5a sont capables de survivre dans une matrice alimentaire à pH acide et à teneur élevée en polyphénols totaux comme la mangue. Ces isolats ont également été capables de fermenter le nectar de mangue de cultivars Lippens et Kent avec augmentation de l'activité antioxydante. Ces isolats de bactéries lactiques possèdent donc des aptitudes technologiques et nutritionnelles qui peuvent amener à les proposer en tant que cultures starter pour la fermentation contrôlée des fruits et légumes. Il s'agit entre autres de la croissance rapide, de la forte capacité d'acidification, de la croissance à faible pH, de la tolérance aux composés phénoliques et de l'augmentation de l'activité antioxydante du produit fermenté.

### Références Bibliographiques:-

1. AFNOR, NF V05 -101 (1974) : Produits dérivés des fruits et légumes - Détermination de l'acidité titrable, 4 p.
2. Barthelmebs, L., Lecomte, B., Divies, C. et Jean-Franc, O. C. (2000) : Inducible Metabolism of Phenolic Acids in *Pediococcus pentosaceus* Is Encoded by an Autoregulated Operon Which Involves a New Class of Negative Transcriptional Regulator. J bacteriol., 182 : 6724 – 6731
3. Bourgou, S., Serairi Beji, R., Medini, F. et Ksouri, R. (2016) : Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia*. JNS Agri & BioTech., 28 : 1649-1655.
4. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. et Berset C. (1995): Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm.-Wiss-Technol., 28: 25.
5. Capozzi, V., Russo, P., Vasco, P., Herriko, E., López, P. et Spano G. (2012): Lactic acid bacteria producing B-group vitamins : A great potential for functional cereals products. Appl. Microbiol. Biotechnol., 96: 1383 -1394.
6. Corona, O., Alfonzo, A., Ventimiglia, G., Nasca, A., Francesca, N., Martorana, A., Moschetti, G. et Settanni, L. (2016): Industrial application of selected lactic acid bacteria isolated from local semolinas for typical sourdough bread production. Food Microbiol., 59: 43–56.

7. Curiel, J. A., Rodríguez, H., Landete, J. M., De Las Rivas, B. et Muñoz, R. (2010): Ability of *Lactobacillus brevis* strains to degrade food phenolic acids. *Food Chem* 120, 225 – 229.
8. Daeschel, M. A. and Nes, I. F. (1995): *Lactobacillus plantarum* : physiology, genetics and applications in foods. In *Food Biotechnology Microorganisms*, Hui Y. H. and Khachatourians G. G., Eds., VCH Publishers, Inc., New York, pp 721-743.
9. Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M. et Gobbetti, M. (2013): Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation. *Food Microbiol* 33, 1 – 10.
10. Di Cagno, R., Filannino, P. et Gobbetti M. (2016) : Vegetable and Fruit Fermentation by Lactic Acid Bacteria. Inc : *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications*, Second Edition. Edited by Fernanda Mozzi, Raúl R. Raya, and Graciela M. Vignolo. Joh. Published by John Wiley & Sons, Ltd., pp 216-230
11. Dicko, M. H., Gruppen, H., Traoré, A. S., van Berkel, W. J. H. et Voragen, A. G. J. (2005): Evaluation of the effect of germination on content of phenolic compounds and antioxidant activities in sorghum varieties. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 2581-2588.
12. FAO, 2019. Major tropical fruits. *Statistical compendium 2017*, Rome, 38p.
13. Fernández-Pachón, M. S., Vilaño, D., García-Parilla, M. C., Troncoso, A. M. (2004). Antioxidant activity of wines in relation with their phenolic composition : *Anal. Chim. Act.* 513, 113-118.
14. Fessard, A., (2017) : Recherche de bactéries lactiques autochtones capables de mener la fermentation de fruits tropicaux avec une augmentation de l'activité antioxydante. Thèse de Doctorat en Agroalimentaire, Biotechnologies alimentaires et Sciences des aliments, Université de la Réunion, Saint-Denis, France 192 p.
15. Filannino, P., Bai, Y., Di Cagno, R., Gobbetti, M. et Gañzle, M. G. (2015): Metabolism of phenolic compounds by *Lactobacillus spp.* during fermentation of cherry juice and broccoli puree. *Food Microbiol*, 46: 272–279.
16. Hur, S. J., Lee, S.Y., Kim, Y-C., Choi, I. et Kim, G-B. (2014): Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food Chem.*, 160: 346–56.
17. International Organization for Standardization ISO 15214,(1998): Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria-Colony count technique at 30°C, iso@iso.ch, 7p
18. Kafando, P. M. J. (2019) : Caractérisation de bactéries lactiques isolées de la mangue et de la tomate : sélection de cultures starter pour la formulation de nouveaux produits. Thèse de doctorat unique en Sciences et Technologie, Biochimie Technologie Alimentaire, Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso, 128p.
19. Kanté-Traoré, H. (2019). Valorisation des variétés de mangue produites au burkina faso : aspects biochimiques, biotechnologiques et nutritionnels. Thèse de doctorat unique en Sciences et Technologie, Biochimie Technologie Alimentaire, Université Joseph Ki-Zerbo, Burkina Faso, 138p.
20. Kaur, B., Chakraborty, D. et Kumar, B. (2014): Metabolic engineering of *Pediococcus acidilactici* BD16 for production of vanillin through ferulic acid catabolic pathway and process optimization using response surface methodology. *Appl Microbiol Biotechnol*, 98: 8539 - 8551.
21. Ma, X., Wu, H., Liu, L., Yao, Q., Wang, S., Zhan, R., Xing, S. et Zhou Y. (2011): Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. *Sci. Hortic.*, 129 : 102-107.
22. Mbaïogaou, A., Hema, A., Ouédraogo, M., Palé, E., Naitormbaïde, M., Mahamout, Y., Nacro, M. (2013) : Étude comparative des teneurs en polyphénols et en antioxydants totaux d'extraits de graines de 44 variétés de voandzou (*Vigna subterranea* L. Verdcourt). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7 : 861 - 871.
23. Morales, M., Zapata, S., Jaimes, T. R., Rosales, S., Alzate, A. F. et Maldonado M. E. (2017) : Mangiferin content, carotenoids, tannins and oxygen radical absorbance capacity (ORAC) values of six mango (*Mangifera indica*) cultivars from the Colombian Caribbean 11 : 144 –152.
24. Palafox-Carlos, H., Yahia, E. M. et González-Aguilar, G. A. (2012) : Identification and quantification of major phenolic compounds from mango (*Mangifera indica*, cv. Ataulfo) fruit by HPLC–DAD–MS/MS-ESI and their individual contribution to the antioxidant activity during ripening. *Food Chem.*, 135 : 105 –111.
25. Rodríguez, H., Curiel, J. A., Landete, J. M., De Las Rivas, B., De Felipe, F. L., Gómez-Cordovés, C. (2009) : Food phenolics and lactic acid bacteria. *Int J Food Microbiol* 132 : 79–90.
26. Samadoulougou-Kafando, P. M. J., Kabore, D., Tankoano, A., Compaoré-Séréme, D., Tiendrebeogo, P. A. S., Dicko, M. H. et Sawadogo-Lingani H. (2019). Characterization and identification of lactic acid bacteria with antimicrobial activities found in fresh pulp of tomatoes from Ouagadougou, Burkina Faso. *Int. J. Biosci.* 15 (5) : 130-146.
27. Sánchez, I., Palop, L. et Ballesteros, C. (2000): Biochemical characterization of lactic acid bacteria isolated from spontaneous fermentation of “Almagro” eggplants. *Int J Food Microbiol*, 59: 9–17.

28. Shivashankara, K. S., Isobe, S., Al-Haq, M. I., Takenaka, M., Shiina, T.(2004). Fruit antioxidant activity, ascorbic acid, total phenol, quercetin, and Carotene of Irwin Mango fruits stored at low temperature after high electric field Pretreatment. *J. Agric. Food Chem.* 52 : 1281 - 1286.
29. Selma, M.V., Espin, J. C., Tomas-Barberan, F. A. (2009): Interaction between phenolics and gut microbiota: role in human health. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 6485-6501.
30. Sogi, D. S., Siddiq, M. et Dolan, K. D. (2015): Total phenolics, carotenoids and antioxidant properties of Tommy Atkin mango cubes as affected by drying techniques. *LWT-Food Science and Technology*, 62: 564-568.
31. Tunalier, Z., Kosar, M., Ozturk, N., Baser, K. H. C., Duman, N., kirimer, N.(2001). Antioxydant properties and phenolic composition of *Sidiritis* species. *J. Org. Chem.* 40 : 206 - 210.
32. Zhao, D. et Shah, N. P. (2016): Lactic acid bacterial fermentation modified phenolic composition in tea extracts and enhanced their antioxidant activity and cellular uptake of phenolic compounds following in vitro digestion. *J. Funct Foods*, 20 : 182–94.