



Effacité des agents antimicrobiens de substitution pour la désinfection des surfaces dures

Daniel Fong, Colette Gaulin, Mê-Linh Lê, Mona Shum

Sommaire

- Un examen des agents antimicrobiens de substitution met en lumière la nécessité d'établir une méthode normalisée de tests d'efficacité tout en tenant compte des questions de toxicité, de sécurité, de coût, de facilité d'emploi, de disponibilité, de stockage et d'essais propres aux différentes utilisations.
- Tandis que les agents antimicrobiens de substitution, tels que le vinaigre, le jus de citron et le bicarbonate de soude, semblent présenter des limitations pour les applications industrielles de désinfection ou d'assainissement, certaines technologies émergentes, comme celles de l'eau ozonée et de l'eau électrolysée, ont fait preuve de propriétés antimicrobiennes non négligeables.
- Des agents tels que l'huile de mélaleuque à feuilles alternes (*Melaleuca alternifolia*), souvent appelée « huile d'arbre à thé », peuvent avoir une efficacité antimicrobienne remarquable, mais leur toxicité et l'absence d'essais sur les surfaces dures limitent leurs applications dans la désinfection de celles-ci. L'huile de thym présente une faible toxicité et des propriétés microbicides démontrées, mais elle est coûteuse et nécessite un temps de contact élevé, et ces deux facteurs peuvent limiter son utilisation.
- Bien que dénués d'activité microbicide directe, les tissus en microfibres ont des propriétés uniques qui augmentent



considérablement leur capacité à enlever les débris organiques (poussière, bactéries, spores) et ils sont potentiellement plus efficaces et plus économiques que les tissus en coton traditionnels.

- L'argent s'est avéré posséder des propriétés antimicrobiennes résiduelles. Sa capacité à rendre les surfaces et matériaux résistants à la croissance microbienne pourrait conduire à élargir son usage dans les applications médicales et industrielles.
- D'autres recherches sont nécessaires pour explorer les utilisations possibles des agents de substitution dans la formulation de nouveaux désinfectants offrant des caractéristiques souhaitables (moins toxiques, plus économiques, plus écologiques).

Introduction

Beaucoup d'agents antimicrobiens de substitution sont censés avoir des qualités désinfectantes comparables à celles des agents désinfectants et assainissants d'usage courant¹,

¹ Pour un examen des désinfectants et assainissants d'usage courant qui précise leurs définitions, consulter l'analyse documentaire du CCNSE : [Désinfectants et assainissants pour surfaces de contact alimentaire](#).

tels que le peroxyde d'hydrogène accéléré, les composés d'ammonium quaternaires et les désinfectants chlorés (eau de Javel). Les agents de substitution sont souvent présentés comme moins toxiques, plus écologiques et plus naturels. La nécessité d'utiliser des désinfectants dans le cadre des procédures d'assainissement s'appuie sur des études montrant que l'emploi de détergents et le lavage ne suffisent pas à réduire convenablement les risques de contamination croisée des surfaces de l'environnement et des surfaces de contact alimentaire¹.

Ce document destiné aux inspecteurs de la santé publique examine l'efficacité, le pouvoir désinfectant et les questions pertinentes propres aux principaux types d'agents de substitution censés avoir des propriétés antimicrobiennes. Les agents de substitution examinés sont les suivants : huile de mélaleuque à feuilles alternes, huile de thym, eau électrolysée, eau ozonée, produits à base d'argent, vinaigre (acide acétique), jus de citron (acide citrique), bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium) et chiffons en microfibres. Le tableau 1 résume les avantages et inconvénients de chaque agent de substitution examiné.

À la différence des désinfectants homologués, beaucoup d'agents de substitution n'ont pas de numéro d'identification de médicament (DIN).

L'absence de DIN indique que l'innocuité et l'efficacité du produit n'ont pas été officiellement examinées et approuvées par Santé Canada. Il peut donc être difficile pour les inspecteurs de la santé publique (ISP) d'informer le public sur l'efficacité et l'innocuité de ces agents de substitution. Bien que peu courants, quelques agents de substitution, comme l'huile de thym, l'argent et l'acide citrique, constituent la principale substance active de certains désinfectants pour surfaces dures approuvés. Cependant, il est important de noter que l'efficacité antimicrobienne de ces agents de substitution peut être potentialisée par d'autres composés chimiques présents dans lesdits désinfectants homologués. Par conséquent, une évaluation de l'efficacité des agents de substitution utilisés seuls n'est probablement pas représentative des résultats obtenus avec des produits dans lesquels ils sont combinés à d'autres ingrédients. Les désinfectants homologués figurent dans la Base de données sur les produits pharmaceutiques de Santé Canada².

Tableau 1. Résumé des avantages et inconvénients notables des agents antimicrobiens de substitution²

Agent de substitution	Avantages	Inconvénients	Principale substance active d'au moins un désinfectant homologué par Santé Canada	Conclusions
Huile de mélaleuque à feuilles alternes	<ul style="list-style-type: none"> • Produit naturel. • La composition de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes est fixée par des normes internationales. • L'huile de mélaleuque à feuilles alternes s'emploie dans des préparations médicinales topiques. • Son utilisation ne nécessite aucun équipement spécial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité orale significative. • Peut causer des réactions cutanées indésirables. • Insoluble dans l'eau (peut laisser un film d'huile lorsqu'elle est utilisée sur des surfaces dures). 	<ul style="list-style-type: none"> • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Antimicrobien efficace, mais sa toxicité orale et son hydrophobicité limitent son emploi comme assainissant.

² Les examens des différents agents antimicrobiens de substitution incluent une brève analyse des avantages et inconvénients indiqués dans ce tableau, accompagnée de références bibliographiques.

Agent de substitution	Avantages	Inconvénients	Principale substance active d'au moins un désinfectant homologué par Santé Canada	Conclusions
Huile de thym ³	<ul style="list-style-type: none"> • Produit naturel. • Figure dans la liste des produits généralement reconnus comme inoffensifs (G.R.A.S.) du Code de réglementation fédérale des États-Unis. • Faible toxicité. • Écologique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certaines bactéries sont résistantes à l'huile de thym (comme <i>P. aeruginosa</i> ou <i>S. aureus</i>). • Coûteux. • Nécessite un temps de contact élevé (10 minutes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Oui 	<ul style="list-style-type: none"> • Propriétés antimicrobiennes prometteuses pour l'emploi comme assainissant. • Coût élevé pouvant limiter son emploi dans les applications à grande échelle.
Eau électrolysée oxydante	<ul style="list-style-type: none"> • La production d'eau électrolysée oxydante nécessite seulement de l'eau et du sel. • La production sur place élimine le besoin de transporter, stocker et manipuler des produits chimiques dangereux. • Facile et rapide à produire en abondance. • Faibles coûts de mise en œuvre. • Pas de résidus chimiques toxiques sur les surfaces. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'eau électrolysée oxydante acide a des propriétés corrosives. • Nécessite des précautions en raison du dégagement de chlore gazeux dans les chambres d'électrolyse. • Coûts de démarrage et de maintenance élevés (sa production et sa distribution nécessitent des équipements spéciaux). • Dissipation rapide de l'activité antimicrobienne. 	<ul style="list-style-type: none"> • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Propriétés antimicrobiennes prometteuses pour l'emploi comme assainissant. • Potentiel d'applications à grande échelle.
Eau ozonée	<ul style="list-style-type: none"> • Sa production nécessite seulement de l'oxygène (atmosphérique ou comprimé). • La production sur place élimine le besoin de transporter, stocker et manipuler des produits chimiques dangereux. • Appareils homologués par NSF International et par l'Agence canadienne d'inspection des aliments. • L'Agence américaine des 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts de démarrage, d'exploitation et de maintenance élevés (équipement spécial pour la génération d'UV ou la décharge par effet corona, la distribution, etc.). • Risque d'exposition professionnelle à l'ozone. • Détérioré les matériaux sensibles. • Dissipation rapide de l'activité 	<ul style="list-style-type: none"> • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Propriétés antimicrobiennes prometteuses pour l'emploi comme assainissant. • Potentiel d'utilisation dans les applications à grande échelle.

³ Le thymol n'est plus répertorié en tant qu' « asthmogène » par « l'Association of Occupational and Environmental Clinics (AOEC) »³

Agent de substitution	Avantages	Inconvénients	Principale substance active d'au moins un désinfectant homologué par Santé Canada	Conclusions
	<p>produits alimentaires et pharmaceutiques (FDA) a approuvé l'emploi de l'ozone comme agent antimicrobien (en phase gazeuse ou aqueuse).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conserve son efficacité dans l'eau froide. • Facile et rapide à produire en abondance. • Pas de résidus chimiques toxiques sur les surfaces. 	antimicrobienne.		
Argent	<ul style="list-style-type: none"> • Usages existants de l'argent dans les installations d'eau potable, les piscines et les dispositifs médicaux. • De nombreuses applications potentielles (matériaux imprégnés d'argent, nanotechnologies). • Activité antimicrobienne résiduelle démontrée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Activité antimicrobienne lente. • Découverte récente de micro-organismes résistants à l'argent. • Interférence des protéines et des sels. • Une légère toxicité aux concentrations offrant une activité antimicrobienne. • Perte des propriétés antimicrobiennes lorsque tous les ions argent ont été libérés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oui 	<ul style="list-style-type: none"> • La recherche indique de nombreuses applications potentielles comme agent antimicrobien. • D'autres recherches sont nécessaires pour définir les paramètres d'efficacité. • Les applications pourraient être limitées à l'activité antimicrobienne résiduelle (c'est-à-dire aux usages non immédiats).

Agent de substitution	Avantages	Inconvénients	Principale substance active d'au moins un désinfectant homologué par Santé Canada	Conclusions
Vinaigre (acide acétique), jus de citron (acide citrique) et bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium)	<ul style="list-style-type: none"> • Produits naturels. • Faciles à obtenir et abondants. • Faible toxicité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité antimicrobienne limitée et spectre étroit. • Peuvent détériorer les propriétés organoleptiques des produits. • Peuvent être corrosif ou irritant. • Odeurs fortes et indésirables. • Les mélanges d'acides et d'eau de Javel peuvent dégager du chlore gazeux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acide acétique : non • Acide citrique : oui • Bicarbonate de sodium : non 	<ul style="list-style-type: none"> • Applications limitées par une faible efficacité antimicrobienne et des questions de confort. • Utilisation potentielle dans la préparation de produits désinfectants. • Emploi peu probable dans les applications industrielles, mais possibilités d'usages domestiques.
Microfibres	<ul style="list-style-type: none"> • Faciles à obtenir. • Plus efficaces que les fibres de coton pour le nettoyage. • Matériau plus léger (peut améliorer la productivité et réduire les accidents du travail). • Peuvent réduire l'utilisation de produits chimiques. • Peuvent être rentables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dénuées de propriétés antimicrobiennes actives (peuvent devenir une source de contamination en cas de réutilisation sur d'autres surfaces). • Détériorées par la chaleur, les désinfectants chlorés et les assouplissants. • Plus chères que le coton. 	<ul style="list-style-type: none"> • Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité prometteuse pour le nettoyage, mais pas comme agent antimicrobien.

Huile de mélaleuque à feuilles alternes

Cette huile essentielle, extraite des feuilles de *Melaleuca alternifolia*, est largement utilisée comme agent antimicrobien de substitution et sa composition est régie par des normes internationales (telles que ISO 4730)⁴. Elle s'emploie souvent comme anti-inflammatoire topique et dans le traitement des infections cutanées telles que l'acné, la teigne, la gale et le pied d'athlète^{5,6}.

Selon les hypothèses actuelles, les propriétés hydrophobes de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes affecteraient l'intégrité des membranes cellulaires. Des études ont révélé les effets de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes sur les cellules bactériennes et fongiques, en mettant en évidence une fuite de composants intracellulaires, une inhibition de la respiration cellulaire et une augmentation de la sensibilité au chlorure de sodium^{5,7,8}. Les études disponibles suggèrent qu'elle pourrait avoir une activité antivirale et antiprotozoaire, mais ces recherches sont de portée limitée⁵. Le terpinène-4-ol s'avère être le principal agent

antimicrobien de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes, mais elle contient plusieurs autres composés microbicides ou favorisant l'activité antimicrobienne^{5,7}.

Efficacité antimicrobienne

Des chercheurs ont utilisé les normes européennes pour évaluer l'emploi de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes comme désinfectant pour surfaces alimentaires (EN 1276) et comme agent antiseptique pour le lavage des mains (EN 12054)⁹. La norme minimale est une réduction de 5 log en 5 minutes pour la désinfection des surfaces et de 2,52 log en 1 minute pour le lavage des mains. Des suspensions d'essai de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* ont été traitées avec des solutions d'huile de mélaleuque à feuilles alternes de 1 à 10 % (v/v) et les réductions logarithmiques ont été enregistrées au bout d'une, puis de cinq minutes de traitement⁹. Le traitement à l'huile de mélaleuque à feuilles alternes à 5 % a réduit la concentration en *E. coli* de 5 log en 1 minute et la concentration en *P. aeruginosa* de 4 log en 5 minutes. Le traitement à l'huile de mélaleuque à feuilles alternes à 8 % a réduit la concentration en *P. aeruginosa* de 5 log en 1 minute. Les réductions logarithmiques de la concentration en *S. aureus* variaient de 0,19 (huile de mélaleuque à feuilles alternes à 1 % en 1 minute) à 0,80 (huile de mélaleuque à feuilles alternes à 10 % en 1 minute) et ne différaient pas significativement selon les concentrations d'huile de mélaleuque à feuilles alternes ou le temps de contact⁹. Comme antiseptique pour le lavage des mains, l'huile de mélaleuque à feuilles alternes à 2,75 % a réduit les concentrations en *E. coli* et *P. aeruginosa* de 4 et 2 log respectivement en 1 minute, alors que ce même traitement a entraîné une réduction logarithmique inférieure à 0,5 pour *S. aureus*⁹. D'autres études ont déterminé que les concentrations minimales inhibitrices de *E. coli* et *S. aureus* étaient respectivement de 0,25 et 0,50 % (v/v)¹⁰.

Utilisation potentielle pour la désinfection : applicabilité et questions pertinentes

L'ingestion d'huile de mélaleuque à feuilles alternes non diluée peut induire des effets neurologiques temporaires chez l'enfant comme chez l'adulte. Les symptômes sont notamment les suivants : confusion,

incapacité à marcher, désorientation, ataxie, perte de conscience et coma^{6,11}. Par ailleurs, l'exposition de la peau à l'huile de mélaleuque à feuilles alternes a entraîné des réactions allergiques cutanées, des réactions systémiques et des irritations. La DL₅₀ estimée de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes se situe entre 1,9 et 2,6 ml/kg chez le rat et les comités scientifiques de la Commission européenne ont déterminé que son emploi sans dilution était dangereux; elle peut être irritante pour la peau à des concentrations aussi faibles que 5 % (v/v)¹². Par conséquent, les emplois de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes sur les surfaces de contact alimentaire, ainsi que dans les cadres accueillant des personnes sensibles, seraient limités par sa toxicité orale et cutanée chez l'humain.

Il existe également des résultats préliminaires indiquant que l'huile de mélaleuque à feuilles alternes pourrait être un perturbateur endocrinien modifiant la signalisation des hormones sexuelles et affectant ainsi le développement humain¹³. En particulier, un compte rendu clinique a suggéré que la gynécomastie prépubertaire (croissance anormale du tissu mammaire chez les préadolescents de sexe masculin) pourrait être liée à l'utilisation répétée de produits d'hygiène personnelle contenant de l'huile de lavande combinée ou non avec de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes (il s'agit de deux huiles essentielles)^{14,15}. Des études sur cultures cellulaires mammariennes ont révélé que l'huile de mélaleuque à feuilles alternes a une légère « activité œstrogénique et anti-androgénique »^{13,14,16}. Cependant, une autre étude souligne la nécessité de tenir compte de la biodisponibilité dans l'évaluation des risques et qu'il est peu probable que les résultats *in vitro* susmentionnés se traduisent par des risques pour la santé humaine *in vivo*¹⁶. Les résultats de cette étude ont confirmé les effets œstrogéniques et anti-androgéniques *in vitro* de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes, mais ils ont aussi montré que ses composants, connus pour pénétrer la peau, n'ont pas d'effets mesurables¹⁶. Le compte rendu en déduit que d'autres évaluations des risques de l'huile de mélaleuque à feuilles alternes pour la santé humaine sont nécessaires pour caractériser ses composants et leur biodisponibilité et pour examiner leurs éventuelles propriétés œstrogéniques ou anti-androgéniques. De plus, les seuils de concentration en huile de mélaleuque à feuilles alternes nécessaires pour provoquer ces effets restent à déterminer. Il faut donc disposer de plus de données probantes pour évaluer ces effets potentiels et leur importance éventuelle pour la santé publique.

Huile de thym

Le thymol et le carvacrol sont les deux principaux composants de l'huile de thym à présenter une activité antimicrobienne¹⁷. Il a été démontré qu'ils augmentent la perméabilité de la membrane cellulaire des bactéries, réduisent la force motrice et diminuent ainsi le taux intracellulaire d'adénosine triphosphate, ou ATP (la molécule qui fournit l'énergie nécessaire aux réactions chimiques métaboliques dans la cellule).^{18,19} Bien qu'on ne dispose pas d'assez de données probantes pour confirmer son efficacité thérapeutique, l'huile de thym s'emploie par voie orale pour traiter les maux de gorge, la toux, la bronchite et les maladies inflammatoires du tube digestif²⁰. En application topique, elle s'utilise comme bain de bouche anti-inflammatoire et dans le traitement des otites. L'huile de thym est également un additif alimentaire et figure dans la liste des produits dont l'ingestion est généralement reconnue comme inoffensive (G.R.A.S.) du Code de réglementation fédérale des États-Unis (21 CFR 182.10)²¹.

Efficacité antimicrobienne

Aux concentrations de 0,1 à 0,6 % (v/v), l'huile de thym s'avère inhiber la croissance des microorganismes tels que *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*; cependant, elle ne devient bactériostatique contre *Pseudomonas aeruginosa* qu'à des concentrations beaucoup plus élevées (de 2 à 10 %) ^{17,22-24}. Par rapport à l'huile de mélaleuque à feuilles alternes, l'huile de thym présente une concentration minimale inhibitrice (CMI) plus faible pour un éventail de microorganismes^{23,24}. On a observé une réduction de 5 log de la concentration en *E. coli* dans les 5 premières minutes d'exposition à de l'huile de thym à 0,31 %, alors qu'il a fallu 15 minutes pour réduire d'autant la concentration en *S. aureus* avec de l'huile de thym à 2,5 %²⁴. En revanche, les populations de *P. aeruginosa* n'ont pas été tant réduites même après 24 heures d'exposition à des concentrations d'huile de thym supérieures à 10 %.

Utilisation potentielle pour la désinfection : applicabilité et questions pertinentes

L'huile de thym est un produit naturel et écologique utilisé comme substance active dans plusieurs produits désinfectants homologués par Santé Canada. Sa faible toxicité orale et cutanée lui permet d'être classée comme « pesticide à risque minimum » et d'être ainsi exemptée de certaines dispositions de la loi américaine sur les insecticides, fongicides et rodenticides (FIFRA) et des règles d'homologation propres aux pesticides²⁵. Par ailleurs, certains produits homologués à base de thymol désinfectent les surfaces sans nécessiter de rinçage ou d'essuyage et peuvent s'utiliser sans dilution en toute sécurité²⁶. De plus, la longueur des temps de contact requis pour obtenir la désinfection voulue (de l'ordre de 10 minutes) peut constituer un obstacle à son emploi dans les applications à grande échelle.

Eau électrolysée oxydante

Bien que le mécanisme de cette méthode de désinfection n'ait pas été entièrement mis au jour, elle reposerait, selon l'hypothèse actuelle, sur les propriétés désinfectantes de l'acide hypochloreux (chlore libre) produit par l'électrolyse du sel (chlorure de sodium) dissous dans l'eau²⁷. Par ailleurs, des études ont montré que l'eau électrolysée oxydante inactive plus efficacement les microorganismes que les solutions chlorées contenant des concentrations similaires de chlore libre, ce qui suggère que son potentiel d'oxydoréduction (redox) et son faible pH peuvent ajouter leur effet à celui du chlore libre de façon synergique pour renforcer son activité antimicrobienne²⁸. En général, l'eau électrolysée acide a une concentration en chlore libre de 10 à 90 ppm, un potentiel redox de 1100 mV et un pH de 2 à 3^{27,29}. Il est également possible de produire des formes neutres (pH 6 à 8) et alcalines (pH 10 à 13) d'eau électrolysée oxydante en augmentant la concentration en ions hypochlorite (OCl⁻), lorsqu'il est nécessaire de la rendre moins corrosive²⁷.

Efficacité antimicrobienne

L'eau électrolysée oxydante a fait l'objet de tests d'efficacité pour de nombreuses applications, comme le lavage des fruits et légumes, la décontamination des coquilles d'œuf (réduction de la présence de

Salmonella enteritidis de plus de 6 log en 1 minute) et la décontamination des peaux de bovins (réduction de 3,5 log de la numération sur plaque des micro-organismes aérobies, réduction de 4,3 log de la numération des entérobactéries et réduction de 47 % du nombre de peaux répondant positivement au test de détection de *E. coli* O157:H7)³⁰⁻³². L'eau électrolysée oxydante inactive efficacement un certain nombre de micro-organismes posant un problème de santé publique. Les taux de *E. coli* O157:H7, *S. enteritidis*, *P. aeruginosa*, *C. jejuni*, *S. aureus* et *L. monocytogenes* en suspension sont réduits d'environ 7 log en 1 minute ou moins après un traitement à l'eau électrolysée oxydante^{28,33,34}. On a aussi examiné l'efficacité de l'eau électrolysée oxydante sur les surfaces de contact alimentaire, les fruits et légumes, la volaille, le poisson et le porc²⁹. Les résultats indiquent une réduction de la présence des organismes étudiés de 2,0 à 6,0 log pour les surfaces dures et ustensiles, de 1,0 à 3,5 log pour les fruits et légumes, de 0,8 à 3,0 pour les carcasses de poulet, de 1,0 à 1,8 pour le porc et de 0,4 à 2,8 pour le poisson²⁹. Ces réductions correspondent à des temps de contact allant de moins de 1 minute jusqu'à 20 minutes dans certains cas²⁹. Par ailleurs, des liquides de lavage de surfaces en verre et en acier inoxydableensemencées puis traitées à l'eau électrolysée oxydante présentaient une teneur en micro-organismes d'essai inférieure à 1 log UFC/ml, ce qui témoigne du potentiel de ce produit à réduire la contamination croisée par les eaux de traitement³⁵.

Utilisation potentielle pour la désinfection : applicabilité et questions pertinentes

Outre l'efficacité antimicrobienne de l'eau électrolysée oxydante, les faibles coûts d'utilisation rendus possibles par la grande disponibilité du sel et de l'eau en font un désinfectant de substitution prometteur. Il faut cependant tenir compte du coût initial élevé de l'installation des équipements spéciaux nécessaires à la production et à la distribution de cet agent. Comme l'application d'eau électrolysée oxydante ne laisse aucun résidu ou gaz nocif, elle est connue pour être à la fois écologique et sûre pour les travailleurs³². De plus, l'utilisation d'eau électrolysée oxydante produite sur place évite d'avoir à transporter, à manipuler ou à stocker des produits chimiques dangereux²⁹. Toutefois, la dissipation rapide de l'activité antimicrobienne de cet agent peut empêcher de le stocker de façon prolongée dans un environnement ouvert. Quelques études ont

également observé une corrosion de certains métaux (acier au carbone, cuivre), qui peut être réduite au minimum en utilisant de l'eau électrolysée oxydante neutre³⁶. Par ailleurs, la production d'eau électrolysée oxydante pouvant entraîner la formation de chlore gazeux dans la chambre d'anode, il faut prévoir les mesures de protection et d'intervention appropriées pour parer aux fuites éventuelles²⁷. Cet agent est également connu pour avoir une toxicité plus faible que celle des désinfectants d'usage courant et on n'a observé aucun effet indésirable au niveau de la cavité buccale et du tube digestif chez des souris abreuvées à l'eau électrolysée oxydante^{32,37}.

Comme avec les agents désinfectants chlorés, la réduction des concentrations microbiennes peut varier en fonction de la sensibilité des organismes d'essai, du temps de contact, de la méthode de traitement, de la présence de résidus ou débris organiques et de la texture de la surface à désinfecter. La présence de résidus organiques, les textures irrégulières et les surfaces poreuses s'avèrent réduire l'efficacité antimicrobienne de l'eau électrolysée oxydante^{38,39}. Des études ont également montré que l'inactivation des microbes peut dépendre de la température de l'eau électrolysée oxydante (par exemple, elle les inactive davantage à 45 °C qu'à 23 °C³³).

Eau ozonée

L'ozone (O₃), un agent oxydant gazeux possédant des propriétés antimicrobiennes, peut être produit sur place et dissous dans de l'eau pour donner une eau enrichie en ozone. L'eau ozonée peut servir notamment à laver les fruits et légumes pour prolonger leur durée de conservation, à décontaminer les eaux de traitement (et réduire ainsi leur demande chimique en oxygène), à désinfecter les surfaces dures et à décontaminer des peaux de bovins^{31,40-43}. Cependant, l'ozone est très instable et sa solubilité dans l'eau est limitée⁴². Par conséquent, l'activité antimicrobienne de l'eau ozonée se dissipe rapidement, ce qui peut limiter ses applications pour les usages non immédiats.

En 2001, l'Agence américaine des produits alimentaires et pharmaceutiques (FDA) a approuvé l'utilisation de l'ozone comme « agent antimicrobien » et pour « le traitement, le stockage et la transformation des aliments », comme énoncé dans le Code de réglementation fédérale des États-Unis (21 CFR 173.368)⁴⁴. NSF International a homologué

des appareils jugés « acceptables comme générateurs d'ozone destinés à l'assainissement et à la désinfection des surfaces dures, inertes et préalablement nettoyées dans les zones de transformation des aliments et aux alentours »⁴⁵. Par ailleurs, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a jugé plusieurs appareils produisant de l'eau ozonée pour la désinfection des surfaces dures comme acceptables pour l'emploi dans les établissements relevant de son autorité réglementaire (tels qu'un établissement de transformation alimentaire agréé par le fédéral). Ces dispositifs sont répertoriés dans la base de données consultable suivante : [Liste de référence pour les matériaux de construction, matériaux d'emballage et produits chimiques non alimentaires acceptés](#)⁴⁶.

Efficacité antimicrobienne

La laitue trempée dans l'eau ozonée (O_3 à 4 ppm à 20 °C) pendant 2 minutes présentait une réduction importante des taux d'entérobactéries (1,3 log UFC/g), de bactéries psychrotrophes (1,5 log UFC/g) et de bactéries mésophiles (1,7 log UFC/g)⁴³. Ces résultats sont comparables à ceux d'un traitement au chlore à 100 ppm dans les mêmes conditions, et les chercheurs ont suggéré que l'eau ozonée pourrait remplacer l'eau de trempage au chlore⁴³. L'emploi d'eau ozonée plutôt que d'eau chlorée dans le traitement des produits alimentaires pourrait éviter la formation des sous-produits indésirables de la désinfection au chlore (tels que les trihalométhanes). Lorsqu'elle a été utilisée pour décontaminer les peaux de bovins, l'eau ozonée a permis de réduire de 2,1 log la numération sur plaque des bactéries aérobies, de 3,4 log la numération des entérobactéries et de 58 % le nombre de peaux répondant positivement au test de détection de *E. coli* O157:H7³¹.

On a également déterminé l'efficacité de l'eau ozonée comme bactéricide et comme fongicide selon les normes européennes EN 1040 et EN 1275⁴⁷. Des suspensions d'essai de *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* et *Enterococcus hirae* ont été inactivées (réduction supérieure à 5 log) en 30 secondes par un traitement à l'eau ozonée à 3 ppm d' O_3 et des suspensions d'essai de *C. albicans* ont été inactivées (réduction supérieure à 4 log) dans des conditions de traitement similaires⁴⁷. Aucune réduction du nombre de spores viables de *Aspergillus brasiliensis* n'a été observée, même après traitement à l'eau ozonée (1,5 à 3 ppm d' O_3)

pendant 30 minutes. On a également observé que la concentration d'ozone était diminuée environ de moitié (par exemple de 3,0 à 1,5 ppm) au bout de 30 minutes de stockage. Les concentrations d'ozone plus faibles (par exemple de 0,15 à 0,20 ppm d' O_3) peuvent donner des réductions comparables, mais nécessitent alors des temps de contact de 1 à 5 minutes⁴⁸.

Utilisation potentielle pour la désinfection : applicabilité et questions pertinentes

L'eau ozonée a de fortes propriétés antimicrobiennes non sélectives, ne laisse pas de résidus chimiques, peut s'utiliser à froid et peut être produite à la demande. De plus, l'emploi d'eau ozonée produite sur place évite d'avoir à transporter, à manipuler et à stocker des produits chimiques dangereux. Toutefois, la production d'eau ozonée nécessite un rayonnement UV de haute énergie (par exemple de longueur d'onde 188 nm) ou des décharges électriques (de type décharges par effet corona) pour convertir l'oxygène atmosphérique (ou de l'oxygène pur) en ozone gazeux⁴². Ces processus nécessitent des équipements spéciaux et des quantités considérables d'énergie électrique, ce qui se traduit par des coûts de mise en service et d'exploitation élevés pour les applications industrielles à grande échelle.

On ne dispose que d'informations limitées sur la toxicité de l'eau ozonée, mais les études n'ont indiqué aucun effet indésirable significatif sur les cellules épithéliales buccales humaines après exposition aiguë⁴⁹. Les autres obstacles possibles à son utilisation sont notamment les dommages aux matériaux sensibles (comme les joints en caoutchouc) et les problèmes de sécurité du travail que pose l'exposition à l'ozone gazeux^{42,49}.

Argent

Des études ont montré que les modes probables d'inactivation des micro-organismes par l'argent sont l'interférence avec la respiration cellulaire et les mécanismes de transport cellulaire, les interactions avec l'ADN, la perturbation de la synthèse des protéines et la destruction de la membrane cellulaire⁵⁰. Les applications potentielles de l'argent se distinguent de celles de la plupart des désinfectants en ce qu'elles sont généralement

associées aux effets antimicrobiens résiduels des ions lentement libérés par les matériaux qui en sont imprégnés⁵¹.

Les propriétés antimicrobiennes de l'argent sont mises à profit pour la désinfection des châteaux d'eau, des tours de refroidissement, des piscines et de certains équipements médicaux⁵². En particulier, Santé Canada a attribué un numéro d'identification de médicament (DIN) à un désinfectant pour surfaces dures à base de dihydrogénéocitrate d'argent (dihydrogénéocitrate d'argent à 0,003 % et acide citrique à 4,846 %) qui présente une activité résiduelle démontrée⁵³.

Efficacité antimicrobienne

On a également évalué l'efficacité des garnitures d'emballage imprégnées d'argent contre les micro-organismes altérant la viande et les melons^{54,55}. Pour les garnitures d'emballage de viande, on a observé une différence moyenne de 1 log UFC/g entre les buvards imprégnés d'argent et les buvards témoins. Pour les garnitures d'emballage de melon, la différence moyenne entre les buvards imprégnés d'argent et les buvards témoins était de 3 log UFC/g. Comme l'argent a une affinité pour les protéines et les sels, il est probable que les exsudats de viande font davantage obstacle à l'activité antimicrobienne de l'argent que le jus de melon⁵⁵.

On a également évalué l'efficacité bactéricide de plusieurs pansements imprégnés d'argent⁵⁶. Il en ressort notamment que l'activité antimicrobienne peut dépendre de la vitesse de libération de l'argent par le matériau imprégné, ainsi que du type de matrice. On a par exemple démontré qu'une vitesse de libération de l'argent d'environ 93 ppm par 24 heures peut se traduire par une réduction logarithmique du taux de *S. aureus* supérieure à 3,46 pour un temps de contact de 30 minutes⁵⁶. Cependant, avec un pansement présentant un autre type de matrice, on n'a pas observé de réduction logarithmique (pour le même temps de contact de 30 minutes) alors même que sa vitesse de libération de l'argent était plus élevée (318 ppm sur 24 heures).

Dans une étude, des coupons et godets en acier inoxydable ont été revêtus d'une zéolite argent-zinc (2,5 % d'argent et 14 % de zinc p/p), puisensemencés avec des micro-organismes d'essai (tels que *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* et *L. monocytogenes*) afin d'évaluer l'activité bactéricide par récupération de ces derniers à différents intervalles (0 h, 4 h, 24 h, etc.). On a observé une

réduction du nombre de micro-organismes allant jusqu'à 5 log en 24 heures par rapport aux témoins non traités⁵⁷. Les réductions de population microbienne observées au bout de 4 h ont diminué après 5 lavages avec une serviette, mais les réductions au bout de 24 h sont restées supérieures à 90 % après 11 lavages⁵⁷. Une étude similaire utilisant le même revêtement en zéolite argent-zinc a montré que le nombre de cellules végétatives de *B. cereus* était réduit de 3 log au bout de 24 heures, mais que les spores n'étaient pas inactivées même au bout de 48 heures⁵⁸.

On a également testé l'activité bactéricide résiduelle d'une vaporisation de désinfectant à base d'alcool (79 %) contenant de l'iodure d'argent à 0,005 %. Par rapport aux témoins non traités, les populations de *P. aeruginosa* et *S. aureus* ont été réduites de plus de 3 log en 2 heures et de plus de 4 log en 8 heures; un désinfectant à base de chlore a présenté une activité résiduelle similaire, mais seulement contre *S. aureus*⁵⁹. Les rinçages multiples, l'abrasion et la recontamination n'ont pas affecté l'activité résiduelle.

Utilisation potentielle pour la désinfection : applicabilité et questions pertinentes

L'accumulation d'argent dans l'organisme peut entraîner des effets secondaires tels que les suivants : altération de l'absorption des médicaments, problèmes neurologiques, lésions rénales, céphalées, fatigue et irritation cutanée⁶⁰. Toutefois, les concentrations en argent des produits antimicrobiens argentés n'ont pas entraîné d'effets indésirables connus chez l'homme et sont peu susceptibles de causer les effets secondaires associés à l'ingestion chronique de quantités élevées de produits à base d'argent colloïdal, qui pourraient entraîner une argyrie (une affection irréversible se manifestant par une décoloration bleuâtre de la peau ou des yeux)⁶⁰⁻⁶². L'argent n'a pas de fonction connue dans l'organisme et les allégations concernant les effets sur la santé des produits à base d'argent colloïdal restent à prouver⁶⁰. Pour un examen des technologies utilisant des nanoparticules d'argent, voir l'analyse documentaire intitulée [Les nanotechnologies : revue de la documentation sur l'exposition, les risques sanitaires et les nouvelles réglementations](#), réalisée à la demande du CCNSE par Green et Ndegwa (2011)⁶³.

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a suggéré que la DSENO de l'argent dans l'eau potable était de 10 g sur une vie entière (ce qui correspond à l'ingestion quotidienne de 2 litres d'eau contenant 0,2 mg d'argent par litre pendant 70 ans)⁶⁴. À cet égard, il est important de noter que les concentrations en argent des eaux naturelles et de l'eau potable sont des milliers, voire des millions de fois inférieures à cette DSENO (par exemple de l'ordre de 5 µg/l)⁶⁴.

Les autres problèmes constatés dans l'utilisation de l'argent comme agent antimicrobien sont notamment les suivants : l'apparition de micro-organismes résistants à l'argent (comme les pompes cellulaires d'efflux), l'interférence des protéines et des sels, le manque actuel de normalisation des tests d'efficacité et la perte des propriétés antimicrobiennes une fois que les matériaux imprégnés ont libéré tout leur argent actif^{52,65-67}. Par ailleurs, la lenteur de l'activité antimicrobienne de l'argent limite son utilité pour la désinfection immédiate des surfaces dures. Néanmoins, l'activité antimicrobienne résiduelle de l'argent peut avoir des applications dans la formulation de produits désinfectants ou pour réduire la quantité de micro-organismes hébergés sur les surfaces et leur transfert d'une surface à une autre.

Vinaigre (acide acétique), jus de citron (acide citrique) et bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium)

En général, les propriétés antimicrobiennes du vinaigre et du jus de citron sont attribuées respectivement à leur teneur en acide acétique et en acide citrique⁶⁸. On suppose que ces acides organiques traversent la membrane cellulaire des bactéries et que la libération de protons (H⁺) dans les cellules entraîne leur mort⁶⁹. Comme la croissance de nombreux organismes pathogènes est inhibée lorsque le pH du milieu est inférieur à 4,6, ces acides organiques, dont le pH est de 2 à 3, sont souvent ajoutés aux aliments comme conservateurs⁶⁹.

Le bicarbonate de soude s'utilise dans la formulation de dentifrices et de produits cosmétiques, et il est bien connu pour sa capacité à neutraliser les acides, mais il y a peu de données évaluées par les pairs démontrant son activité antimicrobienne sur les surfaces dures⁷⁰. Il s'est avéré être virucide et inhiber la croissance de plusieurs organismes fongiques,

mais son mécanisme d'action est mal connu^{71,72}. Il s'avère également que le bicarbonate de soude améliore l'efficacité d'autres agents employés pour limiter la croissance des moisissures sur les fruits et légumes, mais son spectre antifongique pourrait être limité⁷³⁻⁷⁷. De plus, comme le pH du bicarbonate de soude dans une solution neutre s'équilibre à un maximum proche de 8,34, son alcalinité ne suffit probablement pas à elle seule à inhiber la croissance de nombreux micro-organismes présents sur les aliments, dont beaucoup peuvent croître en milieu alcalin jusqu'à un pH de 9 à 10^{70,78}. Cependant, au moins une étude a suggéré que ses propriétés chimiques (alcalinité et légère abrasivité) en font un nettoyeur efficace pour les surfaces de cuisine⁷⁹.

Efficacité antimicrobienne

De nombreuses études ont démontré l'efficacité antimicrobienne de l'acide acétique, de l'acide citrique et du bicarbonate de sodium à partir de suspensions de bactéries, des liquides de lavage des surfaces dures traitées et des eaux de rinçage des viandes et de lavage des fruits et légumes (voir le résumé des données à l'annexe A)^{68,80-92}. Il est cependant difficile de comparer les résultats des différentes études, car il n'existe pas de paramètres expérimentaux normalisés pour les tests d'efficacité. En particulier, les tests d'efficacité donnent des résultats radicalement différents selon qu'ils sont effectués à partir de suspensions ou directement sur les fruits et légumes (autrement dit en l'absence ou en présence de matière organique).

Les résultats des études indiquent que le vinaigre (acide acétique) possède la plus grande efficacité antimicrobienne, suivi par le jus de citron (acide citrique) et le bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium)^{68,90}. En général, les bactéries à Gram négatif comme *Shigella sonnei*, *Salmonella spp.*, *E. coli*, *P. aeruginosa* et *Yersinia enterocolitica* sont plus sensibles aux acides organiques (acide acétique, acide citrique) que les bactéries à Gram positif comme *S. aureus* et *L. monocytogenes*. Les parois cellulaires très réticulées des bactéries à Gram positif réduiraient la diffusion des acides organiques dans la cellule et limiteraient ainsi leur action antimicrobienne^{68,69,83}. Le bicarbonate de soude est généralement inefficace contre *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella spp.*, mais présente une activité virucide remarquable contre le calicivirus félin (substitut de norovirus)^{68,72,89}. L'efficacité de l'acide acétique, de l'acide citrique et

du bicarbonate de soude varie considérablement selon les micro-organismes et les conditions d'essai (réductions de moins de 1 log à plus de 5 log; temps de contact de 0,5 à 15 minutes). L'efficacité antimicrobienne du vinaigre et du jus de citron augmente lorsqu'on les utilise à des températures plus élevées^{68,91,93}. La difficulté à évaluer l'efficacité antimicrobienne de ces agents de substitution et l'étroitesse de leur spectre antimicrobien pourraient limiter leur utilisation comme désinfectants pour surfaces dures.

Utilisation potentielle pour la désinfection : applicabilité et questions pertinentes

Le vinaigre, le jus de citron et le bicarbonate de soude ont l'avantage d'être faciles à obtenir, écologiques, naturels et peu toxiques. Bien que ces agents s'emploient généralement pour éliminer les mauvaises odeurs, ils ne conviennent pas nécessairement aux applications entraînant l'exposition du public ou des travailleurs à leurs saveurs et odeurs résiduelles, en particulier aux concentrations requises pour obtenir une activité antimicrobienne. Les propriétés organoleptiques des fruits et légumes lavés à l'acide citrique ou acétique peuvent aussi être affectées (flétrissement, acidification)⁹⁰. En outre, comme pour les désinfectants chlorés, l'efficacité des acides organiques (citrique et acétique) est considérablement réduite en présence de matière organique. L'utilisation du vinaigre, du jus de citron ou du bicarbonate de soude comme désinfectants peut aussi poser des problèmes de sécurité. Par exemple, lorsqu'on utilise à la fois des désinfectants chlorés (comme l'eau de Javel) et du vinaigre ou du jus de citron pour désinfecter les surfaces dures, cela augmente le risque de mélange accidentel et donc de dégagement de chlore gazeux. Pour réduire le risque de mélanger des produits incompatibles, il faut alors utiliser des récipients réservés (seaux, pulvérisateurs) portant un étiquetage indiquant clairement leur contenu, comme avec tous les désinfectants chimiques. À cause de leur faible pH, l'acide citrique et l'acide acétique peuvent aussi irriter les yeux, le nez et les voies respiratoires.

Dans l'ensemble, il est peu probable que le vinaigre, le jus de citron ou le bicarbonate de soude deviennent par eux-mêmes des agents antimicrobiens d'usage courant dans les établissements industriels, mais le vinaigre et le jus

de citron semblent présenter une efficacité suffisante pour avoir un usage domestique ou entrer dans la formulation de désinfectants.

Chiffons en microfibres

Les microfibres sont des filaments extrêmement fins de titre inférieur ou égal à 1 denier (c'est-à-dire qu'un filament de 9 000 mètres ne pèse pas plus d'un gramme). La structure particulière des microfibres, leur diamètre micrométrique et leurs propriétés électrostatiques confèrent aux tissus qui en sont composés la capacité de piéger la poussière et les microbes plus efficacement que les chiffons ou balais à franges en coton traditionnels; cela est probablement attribuable à la grande surface développée et à la grande capillarité des tissus en microfibres^{94,95}. Leur capacité d'absorption d'eau, leur perméabilité, leur résistance aux tâches et leur autodéfroissabilité peuvent varier selon le tissage et la composition des fibres.

Efficacité antimicrobienne

Les fibres ne se sont pas avérées microbicides par elles-mêmes, mais elles ont fait preuve d'une efficacité de nettoyage considérable en éliminant physiquement les microbes et débris organiques des surfaces⁹⁵⁻⁹⁷. Par exemple, des chiffons en microfibres (imbibés d'eau) ont réduit la présence de *S. aureus*, de *E. coli* et des spores de *Clostridium difficile* sur les surfaces dures de 1 à 3 log en moyenne^{97,98}. Il est cependant difficile de tirer des conclusions générales en matière d'efficacité, vu l'absence de normalisation des méthodes d'essai et des paramètres de fabrication pour les chiffons en microfibres. Malgré cela, l'emploi de tissus et chiffons en microfibres pour le nettoyage peut aider à maximiser l'efficacité des produits antimicrobiens traditionnels.

Utilisation potentielle pour le nettoyage : applicabilité et questions pertinentes

Bien que les chiffons en microfibres soient plus coûteux que ceux en coton, une étude de cas de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis montre que l'emploi de balais à franges en microfibres plutôt que de balais à franges traditionnels par les services de nettoyage

hospitaliers permet d'économiser du travail, de l'eau, des produits chimiques et de l'électricité⁹⁹. Cependant, les microfibrilles peuvent subir des dommages réduisant leur efficacité, notamment sous l'effet de la chaleur (hautes températures de traitement des machines à laver industrielles), de certains désinfectants (comme l'eau de Javel) et des assouplissants^{95,98,99}. Par ailleurs, des études ont souligné que, lorsque les chiffons en microfibrilles sont utilisés seulement avec de l'eau, l'absence de propriétés antimicrobiennes pose un risque de contamination croisée ou de recontamination des surfaces nettoyées (et donc de transmission des maladies dans les collectivités et les établissements de transformation des aliments)^{88,96,100,101}.

Lacunes dans les données probantes

L'émergence de nouveaux agents antimicrobiens de substitution et leur utilisation pour la désinfection appellent d'autres recherches et analyses. Le manque actuel de critères d'évaluation normalisés rend difficile la comparaison entre les propriétés antimicrobiennes des différents types d'agents de substitution. En particulier, des recherches supplémentaires sont requises pour mieux définir la concentration, le temps de contact et la stabilité nécessaires à ces agents pour induire des effets

antimicrobiens, le cas échéant. Par ailleurs, la comparaison serait facilitée par une bonne définition de la composition des agents de substitution. Lorsqu'on envisage d'utiliser de tels agents sur des surfaces de contact alimentaire, il faut également déterminer s'ils nécessitent un rinçage final.

Une meilleure compréhension des mécanismes antimicrobiens des agents de substitution pourrait aider à définir les propriétés pertinentes pour leur emploi comme désinfectants. Par exemple, comment sont-ils affectés par les résidus organiques ou les autres produits chimiques? Comment peut-on les rendre plus efficaces ou les utiliser plus efficacement? Possèdent-ils des propriétés potentielles ou synergiques apparaissant lorsqu'ils sont combinés avec d'autres désinfectants? Présentent-ils des propriétés uniques particulièrement souhaitables (comme des effets antimicrobiens résiduels)? D'autres recherches explorant leurs emplois possibles dans la formulation et la fabrication de nouveaux désinfectants offrant des caractéristiques souhaitables (moins toxiques, plus économiques, plus écologiques) aideront à évaluer leur rôle éventuel dans l'avenir.

Bibliographie

1. Barker J, Naeeni M, Bloomfield SF. The effects of cleaning and disinfection in reducing Salmonella contamination in a laboratory model kitchen. *J Appl Microbiol.* 2003;95(6):1351-60.
2. Health Canada. Drug product database. Ottawa, ON: Health Canada; 2010 [cited 2011 Jun 20]; Available from: <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodpharma/databasdon/index-eng.php>.
3. Association of Occupational and Environmental Clinics. [Exposure code lookup]: Thymol. [Display all asthmagens]. Washington, DC: AOEC; 2011; Available from: <http://www.aoecdata.org/ExpCodeLookup.aspx>.
4. International Standards Organization. ISO 4730:2004. Oil of Melaleuca, terpinen-4-ol type (Tea Tree oil).
5. Carson CF, Hammer KA, Riley TV. Melaleuca alternifolia (tea tree) oil: A review of antimicrobial and other medicinal properties. *Clin Microbiol Rev.* 2006 Jan;19(1):50-62.
6. Natural Medicines Comprehensive Database. Tea tree oil. Stockton, CA: NMCD; 2011 [cited 2011 Jun 20]; Available from: <http://naturaldatabase.therapeuticresearch.com/nd/Search.aspx?cs=&s=ND&fs=ND&pt=100&id=113>.
7. Carson CF, Mee BJ, Riley TV. Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrob Agents Chemother.* 2002 Jun;46(6):1914-20.
8. Cox SD, Gustafson JE, Mann CM, Markham JL, Liew YC, Hartland RP, et al. Tea tree oil causes K⁺ leakage and inhibits respiration in Escherichia coli. *Lett Appl Microbiol.* 1998 May;26(5):355-8.
9. Messenger S, Hammer KA, Carson CF, Riley TV. Assessment of the antibacterial activity of tea tree oil using the European EN 1276 and EN 12054 standard suspension tests. *J Hosp Infect.* 2005 Feb;59(2):113-25.
10. Carson CF, Hammer KA, Riley TV. Broth micro-dilution method for determining the susceptibility of Escherichia coli and Staphylococcus aureus to the

- essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Microbios*. 1995;82(332):181-5.
11. Hammer KA, Carson CF, Riley TV, Nielsen JB. A review of the toxicity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. *Food Chem Toxicol*. 2006 May;44(5):616-25.
 12. European Commission - Health & Consumer Protection Directorate-General. Scientific Committee on Consumer Products. Opinion on tea tree oil. Brussels: EC; 2008 Dec. Available from: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_o_160.pdf.
 13. Henley DV, Korach KS. Physiological effects and mechanisms of action of endocrine disrupting chemicals that alter estrogen signaling. *Hormones*. 2010 Jul-Sep;9(3):191-205.
 14. Henley DV, Lipson N, Korach KS, Bloch CA. Prepubertal gynecomastia linked to lavender and tea tree oils. *N Engl J Med*. 2007 Feb 1;356(5):479-85.
 15. A.D.A.M. Medical Encyclopedia. Gynecomastia. Atlanta, GA: A.D.A.M., Inc; 2009 [cited 2011 August 24]; Available from: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/003165.htm>.
 16. Nielsen JB. What you see may not always be what you get--bioavailability and extrapolation from in vitro tests. *Toxicol In Vitro*. 2008 Jun;22(4):1038-42.
 17. Burt S. Antibacterial activity of essential oils: potential applications in food [PhD thesis]. Utrecht: Utrecht University; 2007. Available from: <http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2007-1129-200539/full.pdf#page=55>
 18. Ultee A, Kets EP, Smid EJ. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl Environ Microbiol*. 1999 Oct;65(10):4606-10.
 19. Xu J, Zhou F, Ji BP, Pei RS, Xu N. The antibacterial mechanism of carvacrol and thymol against *Escherichia coli*. *Lett Appl Microbiol*. 2008 Sep;47(3):174-9.
 20. Natural Medicines Comprehensive Database. Thyme. Stockton, CA: NMCD; 2011 [cited 2011 Jul 7]; Available from: <http://naturaldatabase.therapeuticresearch.com/nd/Search.aspx?pt=100&sh=1&id=823>.
 21. Code of Federal Regulations. Title 21 Food and drugs, Part 182. Substances generally recognized as safe. Essential oils, oleoresins (solvent-free), and natural extractives (including distillates), Subpart A--General provisions. U.S. Food and Drug Administration. 182.20 (1985). Available from: <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=786bafc6f6343634fbf79fcdca7061e1&rn=div5&view=text&node=21.3.0.1.1.13&idno=21>.
 22. Friedman M, Henika PR, Mandrell RE. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. *J Food Prot*. 2002 Oct;65(10):1545-60.
 23. Hammer KA, Carson CF, Riley TV. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J Appl Microbiol*. 1999 Jun;86(6):985-90.
 24. Mayaud L, Carricajo A, Zhiri A, Aubert G. Comparison of bacteriostatic and bactericidal activity of 13 essential oils against strains with varying sensitivity to antibiotics. *Lett Appl Microbiol*. 2008 Sep;47(3):167-73.
 25. U.S. Environmental Health Protection Agency. Minimum risk pesticides under FIFRA section 25(b). Washington, DC: EPA; 2011; Available from: http://www.epa.gov/opppbd1/biopesticides/regtools/25b_list.htm.
 26. Sensible Life Products. Benefect - FAQ's. Brampton, ON: Sensible Life Products; 2010; Available from: http://www.benefect.com/CA_benefect/CAN_docs_faq.php.
 27. Huang Y-R, Hung Y-C, Hsu S-Y, Huang Y-W, Hwang D-F. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control*. 2008;19(4):329-45
 28. Park H, Hung YC, Brackett RE. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *Int J Food Microbiol*. 2002 Jan 30;72(1-2):77-83.
 29. Hricova D, Stephan R, Zweifel C. Electrolyzed water and its application in the food industry. *J Food Prot*. 2008 Sep;71(9):1934-47.
 30. Cao W, Zhu ZW, Shi ZX, Wang CY, Li BM. Efficiency of slightly acidic electrolyzed water for inactivation of *Salmonella enteritidis* and its contaminated shell eggs. *Int J Food Microbiol*. 2009 Mar 31;130(2):88-93.
 31. Bosilevac JM, Shackelford SD, Brichta DM, Koohmaraie M. Efficacy of ozonated and electrolyzed oxidative waters to decontaminate hides of cattle before slaughter. *J Food Prot*. 2005 Jul;68(7):1393-8.
 32. Al-Haq MI, Sugiyama J, Isobe S. Applications of electrolyzed water in agriculture & food industries. *Food Sci Technol Res*. 2005;11(2):135-50.
 33. Venkitanarayanan KS, Ezeike GO, Hung YC, Doyle MP. Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes*. *Appl Environ Microbiol*. 1999 Sep;65(9):4276-9.
 34. Vorobjeva NV, Vorobjeva LI, Khodjaev EY. The bactericidal effects of electrolyzed oxidizing water on bacterial strains involved in hospital infections. *Artif Organs*. 2004 Jun;28(6):590-2.
 35. Deza MA, Araujo M, Garrido MJ. Inactivation of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* on stainless steel and glass surfaces by neutral

- electrolysed water. *Lett Appl Microbiol.* 2005;40(5):341-6.
36. Ayebah B, Hung YC. Electrolyzed water and its corrosiveness on various surface materials commonly found in food processing facilities. *J Food Process Eng.* 2005;28:247-64.
 37. Morita C, Nishida T, Ito K. Biological toxicity of acid electrolyzed functional water: Effect of oral administration on mouse digestive tract and changes in body weight. *Arch Oral Biol.* 2010 Nov 23.
 38. Park EJ, Alexander E, Taylor GA, Costa R, Kang DH. Effects of organic matter on acidic electrolysed water for reduction of foodborne pathogens on lettuce and spinach. *J Appl Microbiol.* 2008 Dec;105(6):1802-9.
 39. Koseki S, Yoshida K, Isobe S, Itoh K. Efficacy of acidic electrolyzed water for microbial decontamination of cucumbers and strawberries. *J Food Prot.* 2004 Jun;67(6):1247-51.
 40. Rodgers SL, Cash JN, Siddiq M, Ryser ET. A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on apples, lettuce, strawberries, and cantaloupe. *J Food Prot.* 2004 Apr;67(4):721-31.
 41. Beltran D, Selma MV, Marin A, Gil MI. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. *J Agric Food Chem.* 2005 Jul 13;53(14):5654-63.
 42. Guzel-Seydim ZB, Greene AK, Seydim AC. Use of ozone in the food industry. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie.* 2004;37(4):453-60.
 43. Akbas MY, Olmez H. Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *J Sci Food Agric.* 2007 Nov;87(14):2609-16.
 44. Code of Federal Regulations. Title 21 Food and drugs, Part 173. Secondary direct food additives permitted in food for human consumption, final rule, Subpart D-- Specific usage additives. U.S. Food and Drug Administration. 173.368 Ozone (2001). Available from: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcr/CFRSearch.cfm?fr=173.368>.
 45. NSF International. NSF nonfood compounds registration and listing program: AGW-0500 Mobile Ozone Surface Sanitation System. Ann Arbor, MI: NSF Int; 2002; Available from: <http://www.nsf.org/usda/letters/123680.pdf>.
 46. Canadian Food Inspection Agency. Reference listing of accepted construction materials, packaging materials and non-food chemical products. Ottawa, ON: CFIA; 2011; Available from: http://active.inspection.gc.ca/scripts/fssa/reference/refs_earec.asp?lang=e&c=1.
 47. Bialoszewski D, Bocian E, Bukowska B, Czajkowska M, Sokol-Leszczynska B, Tyski S. Antimicrobial activity of ozonated water. *Med Sci Monit.* 2010 Aug 7;16(9):MT71-5.
 48. Restaino L, Frampton EW, Hemphill JB, Palnikar P. Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. *Appl Environ Microbiol.* 1995 Sep;61(9):3471-5.
 49. Manitoba Agriculture Food and Rural Initiatives. Ozonation in food applications. Winnipeg, MB: Government of Manitoba; 2011; Available from: <http://www.gov.mb.ca/agriculture/foodsafety/processor/cfs02s139.html>.
 50. Chamakura K, Perez-Ballester R, Luo Z, Bashir S, Liu J. Comparison of bactericidal activities of silver nanoparticles with common chemical disinfectants. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2011 May 1;84(1):88-96.
 51. Cowan MM, Abshire KZ, Houk SL, Evans SM. Antimicrobial efficacy of a silver-zeolite matrix coating on stainless steel. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 2003 Feb;30(2):102-6.
 52. Silvestry-Rodriguez N, Sicairos-Ruelas EE, Gerba CP, Bright KR. Silver as a disinfectant. *Rev Environ Contam Toxicol.* 2007;191:23-45.
 53. Health Canada. Summary Basis of Decision (SBD) for Swish Silver Supreme. Ottawa, ON: Health Canada, Health Products and Food Branch; 2010; Available from: http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodpharma/sbd-smd/drug-med/sbd_smd_2010_swish_silver_supreme_121017-eng.php.
 54. Fernandez A, Picouet P, Lloret E. Cellulose-silver nanoparticle hybrid materials to control spoilage-related microflora in absorbent pads located in trays of fresh-cut melon. *Int J Food Microbiol.* 2010 Aug 15;142(1-2):222-8.
 55. Fernandez A, Picouet P, Lloret E. Reduction of the spoilage-related microflora in absorbent pads by silver nanotechnology during modified atmosphere packaging of beef meat. *J Food Prot.* 2010 Dec;73(12):2263-9.
 56. Cavanagh MH, Burrell RE, Nadworny PL. Evaluating antimicrobial efficacy of new commercially available silver dressings. *Int Wound J.* 2010 Oct;7(5):394-405.
 57. Cowan ME, Allen J, Pilkington F. Small dishwashers for hospital ward kitchens. *J Hosp Infect.* 1995;29(3):227-31.
 58. Galeano B, Korff E, Nicholson WL. Inactivation of vegetative cells, but not spores, of *Bacillus anthracis*, *B. cereus*, and *B. subtilis* on stainless steel surfaces coated with an antimicrobial silver- and zinc-containing zeolite formulation. *Appl Environ Microbiol.* 2003 Jul;69(7):4329-31.
 59. Brady MJ, Lisay CM, Yurkovetskiy AV, Sawan SP. Persistent silver disinfectant for the environmental control of pathogenic bacteria. *Am J Infect Control.* 2003;31(4):208-14.

60. National Center for Complementary Alternative Medicine. Colloidal silver products. Bethesda, MD: National Institutes of Health; 2010; Available from: <http://nccam.nih.gov/health/silver/>.
61. Kim Y, Suh HS, Cha HJ, Kim SH, Jeong KS, Kim DH. A case of generalized argyria after ingestion of colloidal silver solution. *Am J Ind Med.* 2009 Mar;52(3):246-50.
62. Lansdown AB. A pharmacological and toxicological profile of silver as an antimicrobial agent in medical devices. *Adv Pharmacol Sci.* 2010;2010:910686.
63. Green CJ, Ndegwa S. Nanotechnology: A review of exposure, health risks, and recent regulatory developments Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health; 2011 Sept.
64. World Health Organization. Silver in drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, Switzerland: WHO; 2003. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/silver.pdf.
65. Silver S. Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds. *FEMS Microbiol Rev.* 2003 Jun;27(2-3):341-53.
66. Li WR, Xie XB, Shi QS, Duan SS, Ouyang YS, Chen YB. Antibacterial effect of silver nanoparticles on *Staphylococcus aureus*. *Biometals.* 2011 Feb;24(1):135-41.
67. Chopra I. The increasing use of silver-based products as antimicrobial agents: a useful development or a cause for concern? *J Antimicrob Chemother.* 2007 Apr;59(4):587-90.
68. Yang H, Kendall PA, Medeiros L, Sofos JN. Inactivation of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Salmonella typhimurium* with compounds available in households. *J Food Prot.* 2009 Jun;72(6):1201-8.
69. Bjornsdottir K, Breidt F, Jr., McFeeters RF. Protective effects of organic acids on survival of *Escherichia coli* O157:H7 in acidic environments. *Appl Environ Microbiol.* 2006 Jan;72(1):660-4.
70. United Nations Environment Programme. Sodium bicarbonate - CAS N^o: 144-55-8. Nairobi, Kenya: UNEP; 2002 Oct. Available from: http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECD/SIDS/Sodium_bicarbonate.pdf.
71. Arslan U, Ilhan K, Vardar C, Karabulut OA. Evaluation of antifungal activity of food additives against soilborne phytopathogenic fungi. *World J Microbiol Biot.* 2009;25(3):537-43.
72. Malik YS, Goyal SM. Virucidal efficacy of sodium bicarbonate on a food contact surface against feline calicivirus, a norovirus surrogate. *Int J Food Microbiol.* 2006 May 25;109(1-2):160-3.
73. Palou L, Smilanick JL, Crisosto CH. Evaluation of food additives as alternative or complementary chemicals to conventional fungicides for the control of major postharvest diseases of stone fruit. *J Food Prot.* 2009;72(1037-1046).
74. Yao H, Tian S, Wang Y. Sodium bicarbonate enhances biocontrol efficacy of yeasts on fungal spoilage of pears. *Int J Food Microbiol.* 2004 Jun 15;93(3):297-304.
75. Hang YD, Woodams EE. Control of *Fusarium oxysporum* by baking soda. *LWT - Food Sci Technol.* 2003;36(8):803-5.
76. Wan YK, Tian SP, Qin GZ. Enhancement of biocontrol activity of yeasts by adding sodium bicarbonate or ammonium molybdate to control postharvest disease of jujube fruits. *Lett Appl Microbiol.* 2003;37(3):249-53.
77. Casals C, Teixidó N, Viñas I, Silvera E, Lamarca N, Usall J. Combination of hot water, *Bacillus subtilis* CPA-8 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest brown rot on peaches and nectarines. *Eur J Plant Pathol.* 2010;128(1):51-63.
78. U.S. Food and Drug Administration. Chapter 3. Factors that influence microbial growth. Silver Spring, MD: U.S. FDA; 2001 [cited 2011 Nov]; Available from: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/ResearchAreas/SafePracticesforFoodProcesses/ucm094145.htm>.
79. Olson W, Vesley D, Bode M, Dubbel P, Bauer T. Hard surface cleaning performance of six alternative household cleaners under laboratory conditions. *J Environ Health.* 1994;56(6):28-31.
80. U.S. Food and Drug Administration. Evaluation and definition of potentially hazardous foods Silver Spring, MD: FDA; 2001; Available from: <http://www.fda.gov/food/scienceresearch/researchareas/safepracticesforfoodprocesses/ucm094145.htm>.
81. Allende A, McEvoy J, Tao Y, Luo Y. Antimicrobial effect of acidified sodium chlorite, sodium chlorite, sodium hypochlorite, and citric acid on *Escherichia coli* O157:H7 and natural microflora of fresh-cut cilantro. *Food Control.* 2009;20:230-4.
82. Kışla D. Effectiveness of lemon juice in the elimination of *Salmonella Typhimurium* in stuffed mussels. *J Food Prot.* 2007;70(12):2847-50.
83. McKee LH, Neish L, Pottenger A, Flores N, Weinbrenner K, Remmenga M. Evaluation of consumable household products for decontaminating retail skinless, boneless chicken breasts. *J Food Prot.* 2005;68(3):534-7.
84. Yucel Sengun I, Karapinar M. Effectiveness of lemon juice, vinegar and their mixture in the elimination of *Salmonella typhimurium* on carrots (*Daucus carota* L.). *Int J Food Microbiol.* 2004;96(3):301-5.
85. Yucel Sengun I, Karapinar M. Effectiveness of household natural sanitizers in the elimination of *Salmonella typhimurium* on rocket (*Eruca sativa* Miller)

- and spring onion (*Allium cepa* L.). *Int J Food Microbiol.* 2005;98(3):319-23.
86. Bauer JM, Beronio CA, Rubino JR. Antibacterial activity of environmentally "green" alternative products tested in standard antimicrobial tests and a simulated in-use assay. *J Environ Health.* 1995;57:13-8.
 87. Chang J, Fang TJ. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovars Typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against *E. coli* O157:H7 *Food Microbiol.* 2007;24(7-8):745-51.
 88. Parnes CA. Efficacy of sodium hypochlorite bleach and "alternative" products in preventing transfer of bacteria to and from inanimate surfaces. *J Environ Health.* 1997;59(6):14-9.
 89. Rutala WA, Barbee SL, Aguiar NC, Sobsey MD, Weber DJ. Antimicrobial activity of home disinfectants and natural products against potential human pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2000 Jan;21(1):33-8.
 90. Vijayakumar C, Wolf-Hall CE. Evaluation of household sanitizers for reducing levels of *Escherichia coli* on iceberg lettuce. *J Food Prot.* 2002 Oct;65(10):1646-50.
 91. Wu FM, Doyle MP, Beuchat LR, Wells JG, Mintz ED, Swaminathan B. Fate of *Shigella sonnei* on parsley and methods of disinfection. *J Food Prot.* 2000 May;63(5):568-72.
 92. Karapinar M, Gonul SA. Removal of *Yersinia enterocolitica* from fresh parsley by washing with acetic acid or vinegar. *Int J Food Microbiol.* 1992 Jul;16(3):261-4.
 93. Virto R, Sanz D, Alvarez I, Condon, Raso J. Inactivation kinetics of *Yersinia enterocolitica* by citric and lactic acid at different temperatures. *Int J Food Microbiol.* 2005 Sep 15;103(3):251-7.
 94. Wren MWD, Rollins MSM, Jeanes A, Hall TJ, Coën PG, Gant VA. Removing bacteria from hospital surfaces: a laboratory comparison of ultramicrofibre and standard cloths. *J Hosp Infect.* 2008;70(3):265-71.
 95. Rutala WA, Gergen MF, Weber DJ. Microbiologic evaluation of microfiber mops for surface disinfection. *Am J Infect Control.* 2007;35(9):569-73.
 96. Moore G, Griffith C. A laboratory evaluation of the decontamination properties of microfibre cloths. *J Hosp Infect.* 2006;64(4):379-85.
 97. Smith DL, Gillanders S, Holah JT, Gush C. Assessing the efficacy of different microfibre cloths at removing surface micro-organisms associated with healthcare-associated infections. *J Hosp Infect.* 2011 Jul;78(3):182-6.
 98. Diab-Elschahawi M, Assadian O, Blacky A, Stadler M, Pernicka E, Berger J, et al. Evaluation of the decontamination efficacy of new and reprocessed microfiber cleaning cloth compared with other commonly used cleaning cloths in the hospital. *Am J Infect Control.* 2010;38(4):289-92.
 99. U.S. Environmental Protection Agency. Using Microfiber Mops in Hospitals. Washington, DC: EPA; 2002; Available from: <http://www.epa.gov/region9/waste/p2/projects/hospital/mops.pdf>.
 100. Bergen LK, Meyer M, Hog M, Rubenhagen B, Andersen LP. Spread of bacteria on surfaces when cleaning with microfibre cloths. *J Hosp Infect.* 2009 Feb;71(2):132-7.
 101. Lalla F, Dingle P, Cheong C. The antibacterial action of cloths and sanitizers and the use of environmental alternatives in food industries. *J Environ Health.* 2005;68(5):31-5.

Annexe A – Données d'efficacité antimicrobienne du vinaigre (acide acétique), du jus de citron (acide citrique) et du bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium)

Organisme	Conditions d'essai	Concentration (v/v, sauf indication contraire), temps de contact (de 4 à 25 °C, sauf indication contraire)	Réduction logarithmique (UFC/ml ou UFC/g)	Référence
Numération sur plaque des organismes aérobies	Microflore sur de la laitue	Vinaigre (acide acétique à 1,9 %), 10 min avec agitation	2,3	Vijayakumar et Wolf-Hall (2002) ⁹⁰
		Jus de citron (acide citrique à 0,6 %), 10 min avec agitation	1,8	
	Microflore sur du persil	Solutions d'acide acétique à 2 et 5 %, 15 min	5	Karapinar et Gonul (1992) ⁹²
	Microflore sur de la coriandre	Acide citrique (solution préparée à 0,6 %), 1 min	< 1	Allende (2009) ⁸¹
	Poitrine de poulet crue sans peau et désossée		Vinaigre (acide acétique à 5 %), 1 min avec agitation	2,2
Bicarbonate de soude (solution de bicarbonate de sodium à 10 %), 1 min avec agitation			1,0	
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	Suspension	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 5 min	2,4	Rutala et al. (2000) ⁸⁹
		Bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium à 8 %), 5 min	0,7	
		Vinaigre (acide acétique à 5 %), 1 min à 55 °C	> 5,0	Yang et al. (2009) ⁶⁸
		Acide citrique (solution préparée à 5 %), 10 min à 55 °C	> 5,0	
		Bicarbonate de soude (solution de bicarbonate de sodium à 11, 33 et 50 %)	< 1	
	Laitueensemencée	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 5 min	3,0	Chang et Fang (2007) ⁸⁷
Coriandreensemencée	Acide citrique (solution préparée à 0,6 %), 1 min	< 1	Allende (2009) ⁸¹	
<i>Escherichia coli</i> CDC 1932 (souche résistante à l'acide nalidixique)	Laitueensemencée	Vinaigre (acide acétique à 1,9 %), 10 min	5,4	Vijayakumar et Wolf-Hall (2002) ⁹⁰
		Jus de citron (acide citrique à 0,6 %), 10 min avec agitation	2,1	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Suspension	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 5 min	0,3 à 2,3	Rutala et al. (2000) ⁸⁹
		Bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium à 8 %), 5 min	0,5	
<i>Salmonella choleraesuis</i>	Suspension	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 0,5 min	> 6,0	Rutala et al. (2000) ⁸⁹
		Bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium à 8 %), 5 min	2,3	
<i>Salmonella typhimurium</i>	Suspension	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 1 min	> 5,0	Yang et al. (2009) ⁶⁸
		Acide citrique (solution préparée à 5 %), 1 min à 55 °C	> 5,0	

Organisme	Conditions d'essai	Concentration (v/v, sauf indication contraire), temps de contact (de 4 à 25 °C, sauf indication contraire)	Réduction logarithmique (UFC/ml ou UFC/g)	Référence
	Ciboule et feuilles de roquette ensemencées	Jus de citron (acide citrique à 4,2 %), 15 min	2,95 (feuilles de roquette), 1,70 (ciboule)	Yucel Sengun et Karapinar (2005) ⁸⁵
		Vinaigre (acide acétique à 3,95 %), 15 min	2,20 (feuilles de roquette), 1,19 (ciboule)	Yucel Sengun et Karapinar (2005) ⁸⁵
	Carottes ensemencées	Vinaigre (acide acétique à 4,03 %), 15 min	1,87	Yucel Sengun et Karapinar (2004) ⁸⁴
		Jus de citron (acide citrique à 4,46 %), 15 min	2,68	
	Moules farcies ensemencées	Jus de citron (acide citrique à 5,88 %), 15 min	0,56	Kişla (2007) ⁸²
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Suspension	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 0,5 min	> 5,8
Bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium à 8 %), 5 min			1,1	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Suspension	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 1 min à 55 °C	> 5,0	Yang et al. (2009) ⁶⁸
		Vinaigre (acide acétique à 5 %), 10 min à 25 °C		
		Acide citrique (solution préparée à 5 %), 10 min à 55 °C		
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Suspension	Acide citrique (solution préparée à 5 %), 10 min à 4 °C	< 1	Virto et al. (2005) ⁹³
		Acide citrique (solution préparée à 5 %), 10 min à 20 °C	< 1	
		Acide citrique (solution préparée à 5 %), 2 min à 40 °C	> 4	
		Acide citrique (solution préparée à 10 %), 10 min à 4 °C	< 1	
		Acide citrique (solution préparée à 10 %), 10 min à 20 °C	> 4	
		Acide citrique (solution préparée à 10 %), 1 min à 40 °C	> 4	
	Persil ensemencé	Vinaigre (acide acétique à 1,96 et 2,45 %), 15 min	5	Karapinar et Gonul (1992) ⁹²
<i>Shigella sonnei</i>	Persil ensemencé	Vinaigre (acide acétique à 5,2 %), 5 min avec agitation	> 6,0	Wu et al. (2000) ⁹¹
Poliovirus	Suspensions	Vinaigre (acide acétique à 5 %), 5 min	0,32	Rutala et al. (2000) ⁸⁹
		Bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium à 8 %), 5 min	0,42	
Calicivirus félin (substitut de norovirus)	Disques d'acier inoxydable ensemencés	Bicarbonate de soude (bicarbonate de sodium à 5 %), 1 min	4	Malik et Goyal (2006)

Annexe B – Méthode de recherche

Une recherche documentaire a été réalisée pour trouver les articles nécessaires à un bref examen analytique du mécanisme d'action, du potentiel de désinfection, des questions pertinentes et des problèmes de sécurité et de toxicité propres à chaque agent antimicrobien de substitution. Les bibliographies des articles obtenus ont été examinées de manière à se procurer des informations plus approfondies et plus détaillées sur chaque sujet d'intérêt. Tous les articles connexes ou suggérés apparaissant dans le moteur de recherche ont été pris en compte dans le tri sélectif. Ce processus a ensuite permis d'affiner les mots-clés et termes de recherche pour trouver d'autres articles présentant un intérêt particulier.

On a inclus de préférence les articles publiés entre 2001 et 2011, mais sans exclure les articles plus anciens lorsque leur contenu présentait un intérêt particulier ou lorsque leur date de publication ne nuisait pas à la qualité des données probantes. Des documents parallèles ont été inclus à des fins de description et d'illustration.

Moteurs de recherche et bases de données utilisées

- Service Summon^{MC} disponible à la bibliothèque de l'Université de la Colombie-Britannique ([cliquer ici pour consulter la liste des éditeurs](#)).
- Pubmed
- ScienceDirect
- IngentaConnect
- MedlinePlus

Mots-clés et termes de recherche

Les noms des différents agents antimicrobiens, ainsi que leurs autres désignations complètes ou partielles, ont été utilisés seuls ou combinés avec les termes ou mots-clés anglais suivants :

- Action
- Activity
- Advantage
- Adverse
- Antimicrobial
- Applica*
- Bacteri*
- Biocid*
- Characteristic
- Potential
- Propert*
- Review
- Disadvantage
- Disinfect*
- Effectiv*
- Efficac*
- Food
- Germicid*
- Health effect
- Mechanism
- Microbicid*
- Safety
- Surface
- Toxic*

On a examiné chaque agent de substitution dans la perspective de son activité contre des micro-organismes importants pour la santé publique, en mettant l'accent sur les comparaisons avec les bactéries similaires. Les micro-organismes pris en compte étaient les suivants :

- *Escherichia coli* O157:H7
- *Staphylococcus aureus*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Salmonella* spp.
- *Campylobacter jejuni*
- *Listeria monocytogenes*
- *Shigella sonnei*
- *Yersinia enterocolitica*
- *Enterococcus hirae*
- Substituts de norovirus (calicivirus félin)
- Spores d'*Aspergillus brasiliensis*
- Spores de *Clostridium difficile*
- *Candida albicans*

Le présent document a été produit par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE), basé au Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, en septembre 2011, et révisé en août 2014.

Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement.

La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale.

Photographies : WendellandCarolyn ; sous licence de iStockphoto

ISBN: 978-1-926933-73-3

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale 2014.

200 – 601 West Broadway
Vancouver, BC V5Z 3J2

tél. : 604-829-2551

contact@ccnse.ca



National Collaborating Centre
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

Pour nous faire part de vos commentaires sur ce document, nous vous invitons à consulter le site internet suivant: http://www.ccnse.ca/fr/commentaires_du_document