



Mémoire

Pour le diplôme DU ASM

(Diplôme Universitaire Alimentation Santé Micronutrition)

Gilles DONGUY

Session 2013-2014

Titre :

Les vertus Santé de l'Ail



Traditions et vérités scientifiques

**Merci au Dr Olivier COUDRON, Responsable D.U. ASM,
pour son enseignement d'une grande clarté, émaillé d'humour et de
bonne humeur !**

Table des matières

Table des illustrations	4
Acronymes de composés de l’Ail	4
1. Introduction	5
2. Généralités et historique	6
2.1 Un peu d’histoire	6
2.2 L’ail et sa culture de nos jours.....	7
3. Composition nutritionnelle et micronutritionnelle de l’Ail	8
3.1 Généralités	8
3.2 Les composés soufrés.....	9
4. Les vertus de l’Ail passées au crible de la science	10
4.1 Les vertus antioxydantes de l’ail	11
4.2 La sphère antiinfectieuse	12
4.3 Sphère immunitaire et cancer	14
4.4 La sphère cardiovasculaire et métabolique	15
4.5 La sphère neurologique.....	17
4.6 La sphère digestive.....	17
4.7 La sphère ostéo-articulaire.....	18
5. Impacts de la cuisson, de l’irradiation	18
6. Inconvénients et contre-indications de l’Ail	19
7. Les compléments alimentaires à base d’extraits d’Ail	20
8. L’Ail dans l’Alimentation Santé	21
9. Conclusions	22
10. Annexes	24
11. Bibliographie et webographie	26

Table des illustrations

Fig. 1 : schéma de diverses classifications de l'ail	Page 7
Fig. 2 : Composition de l'Ail en macronutriments (D'après Plateforme Web d'analyses nutritionnelles (12))	Page 8
Fig. 3 : Structure chimique de l'Alliine et de l'Allicine (25)	Page 9
Fig. 4 : Voie des cystéine-lyases (26)	Page 9
Fig. 5 : Transformation de l'Alliine en Allicine via l'Alliinase libérée par le broyage de l'ail (25)	Page 10
Fig. 6 : Principaux nutriments et micronutriments de l'ail.	Page 10
Fig. 7 : Propriétés antioxydantes de l'ail : d'après Santhosha et al. (21).	Page 12
Fig. 8 : Sensibilité de différentes espèces bactériennes à l'allicine (31)	Page 12
Fig. 9 : Action des composés soufrés sur différents type de cancer : d'après Santhosha et al. (21)	Page 15
Fig. 10 : Exemples de compléments alimentaires à base d'extraits d'Ail	Page 20
Fig. 11 : Le spectre médicamenteux de l'Ail. D'après Tariq H. Abdullah (22), et complété.	Page 22
Fig. 12 : L'Ail au temps des pyramides... Illustration tirée de (10)	Page 23

Acronymes de composés de l'Ail

AMS	Allyl Methyl Sulfide
DAS	DiAllyl sulfide
DDAS	DiAllyl disulfide
NBMA	N-Benzyl-N-Methyldecan-1-Amine
NAC	N-Acetyl-Cystéine
SAC	S-Allyl-L-Cystéine
SAMC	S-AllylMercapto Cystéine
SEC	S-Ethyl-Cystéine

1. Introduction

En tapant les mots clefs « *L'ail et la santé* » dans une recherche Google, on ne trouve pas moins de 1 570 000 résultats...

L'immense majorité des informations disponibles sur l'Ail insiste résolument sur ses multiples bienfaits pour la santé : sans éluder l'inconvénient du relent peu apprécié qui fleurit de l'haleine du consommateur (qui fait dire à certains non sans malice que l'Ail est un bon contraceptif !) un vaste panel de ses différents usages en matière culinaire et thérapeutique est ainsi décliné.

Voici donc pêle-mêle un florilège des principales vertus attribuées à l'Ail selon ces ressources et les livres (1) plus ou moins « **Grand public** » consacrés au sujet :

- Il fluidifie le Sang
- Il est antihypertenseur
- Il est hypocholestérolémiant
- Il est anticancéreux
- Il est antiinfectieux
- Il est antiallergique
- Il est immunostimulant
- Il est antioxydant.
- Il a des propriétés digestives
- Il est diurétique
- Il est hypoglycémiant
- Il est antiparasitaire

Ces vertus viendraient ainsi justifier l'action de l'Ail en applications externes ou *per os* via l'alimentation et diverses recettes, ou encore des préparations telles que pommades, infusions, teintures, sirops, etc.), sur une foultitude de pathologies (liste non exhaustive !) : infections respiratoires, ballonnements, problèmes hépatiques, durillons, hypertension, diabète, mal de gorge, goute, etc. Le Dr Jean Valnet, dans son livre « *Se soigner par les légumes, les fruits et les céréales* » (2) cite pas moins de 35 indications !

Du point de vue de la MTC (Médecine Traditionnelle Chinoise), qui a développé depuis des millénaires une diététique élaborée, l'Ail (DA SUAN), selon une terminologie qui lui est propre, est ainsi décrit du point de vue de ses propriétés (d'après le blog de Jean Pélissier spécialiste MTC (65)) :

- Saveur âcre, piquante. Nature chaude. Tropisme vers les organes Poumons, Rate et Estomac.
- En petite quantité tonifie le Poumon (saveur piquante), fait circuler le Sang, disperse le Vent.
- En excès, blesse le Poumon et le cœur, affaiblit les liquides organiques.

On le constate intuitivement, ces propriétés font fait écho, selon le langage énergétique de la MTC, aux assertions « occidentales » citées plus haut.

Comme pour la plupart des aliments médicinaux ou non, la source du savoir sur les bienfaits attribués à l'ail relève à la fois des pratiques et observations empiriques ancestrales, et des études scientifiques les plus récentes. Postulons que ces dernières peuvent confirmer, moduler ou aussi

parfois infirmer les vertus vantées de tel ou tel ingrédient, sur la base d'études épidémiologiques d'une part, et de l'évolution des connaissances sur les mécanismes biochimiques et physiologiques d'autre part.

Aussi ce mémoire se propose-t-il de passer au crible des études scientifiques plus ou moins récentes, les multiples propriétés attribuées à ce condiment. Pour ce faire, le plan suivant est adopté:

- Généralités et historique.
- Composition nutritionnelle et micro nutritionnelle.
- Confrontation des vertus communément admises aux données scientifiques.
- L'impact de la cuisson, de l'irradiation.
- Inconvénients et contre-indications.
- Les compléments alimentaires à base d'extraits d'Ail.
- L'ail dans l'alimentation santé.
- Conclusions.

2. Généralités et historique

2.1 Un peu d'histoire

De son nom latin *Allium sativum*, l'Ail (« **Garlic** » en anglais, les aulx au pluriel !), une plante monocotylédone vivace, appartient à la famille des alliacées (ou liliacées), au même titre que ses proches parents l'oignon (*Allium cepa*), la ciboulette (*Allium schoenoprasum*), l'ail des ours (*Allium ursinum*) le poireau (*Allium porrum*) ou encore l'échalote (*Allium ascalonicum*). La tête d'Ail est un fait un bulbe à la saveur caractéristique, composé de gousses nommées également caïeux.

La classification des différentes variétés d'Ail est assez complexe, et fait intervenir les notions de souches sauvages à l'origine de la primo-diversification issue d'Asie centrale (3), de cultivars, et de diverses variétés régionales.

Concernant les origines et l'historique des usages de l'Ail, de multiples ressources sont bien entendu disponibles. Nous nous appuyons ici notamment sur le livre des canadiens *Béliveau et Gingras* pour en appréhender l'essentiel ci-dessous. (4)

La culture de l'Ail (et de l'oignon) a son berceau en Asie centrale et au Moyen Orient. Elle s'est développée par la suite sur le pourtour Méditerranéen. Des pays comme l'Égypte, la Chine, ou la Grèce, pour n'en citer que quelques-uns, ont de longue date, intégré l'Ail dans leurs traditions culinaires (repas à base d'Ail et d'Oignon chez les Égyptiens, usage condimentaire), mais aussi médicinales : 20 remèdes à base d'Ail sont répertoriés dans le Codex Ebers, un papyrus médical Égyptien.

Par ailleurs, selon le Dr Jean Valnet (2) c'était la « **thériaque des paysans** » de Gallien. Dans le même ordre d'idée, l'ail était surnommé la « **pénicilline russe** » pendant la seconde guerre mondiale, en raison de son utilisation suite à la pénurie d'antibiotiques (5).

Dans la même veine, Valnet cite dans son ouvrage (2) un livre paru en 1929 au titre sans détour de « *Guérison de la tuberculose par l'ail* », du Dr G. Guierre.

Rappelons enfin la légende qui veut que l'ail éloigne...les vampires ! (ce qui semble paradoxal pour un condiment réputé fluidifiant sanguin...)

1.2 L'ail et sa culture de nos jours

L'ail est reproduit essentiellement par multiplication végétative : Il aurait perdu son aptitude à la reproduction sexuée au fil de la diversification des *Allium* (6), bien que la filière sexuée reste possible. Les progrès de la biochimie ont permis l'émergence d'une étude de la variabilité selon des marqueurs biochimiques, notamment les isozymes. Une étude a ainsi porté sur 300 ails de différents pays, passés au crible de 12 isozymes et de marqueurs moléculaires RAPD (7). Cette approche liée aux isozymes a donné lieu à une classification en groupe variétaux, rendant compte de la grande variabilité morpho-physiologique de l'ail, mais qui reste cependant figée en raison de la prédominance des bulbilles sur les fleurs (6).

Cette classification en 6 groupes se décline schématiquement ainsi (8) :

- En Europe avec les groupes 1 à 4
- Dans les zones subtropicales avec les groupes 5 et 6

La plupart des variétés Françaises se retrouve ainsi dans l'un de ces groupes, par exemple le Violet de Cadours, ou encore le Blanc de la Drôme sont référencés dans le groupe 3.

En France, deux grandes variétés d'ail sont particulièrement cultivées (1) : l'ail d'automne, récolté au début de l'été se présentant sous forme de gros bulbes (ail violet) et l'ail de printemps récolté plus tard dans l'été dont les bulbes sont plus petits (ail rose).

Plus précisément, selon l'INTERFEL (9), on distingue les variétés automnales (**la Messidrôme, la Thermidrôme et la Germidour**) et les variétés alternatives telles **La Fructidor et la Printanor** indifféremment plantées en automne ou au printemps. Cette logique automne-printemps se retrouve dans la typologie du Catalogue Officiel Français (10) : l'ail violet d'automne, l'ail blanc d'automne, l'ail rose alternatif, l'ail rose de printemps.

Au-delà de cette classification selon la saison de plantation, l'ail se décline également selon la précocité de la récolte :

- L'aillet ou ail vert ou encore ail nouveau est récolté très précocement (mars à mai) : il donne un bulbe peu développé.
- L'ail frais et ainsi dénommé car récolté avant que les parties aériennes ne soient desséchées. Il a une saveur douce
- Et enfin l'ail sec est celui que l'on consomme le plus communément, sa récolte a lieu après que les parties aériennes soient séchées.

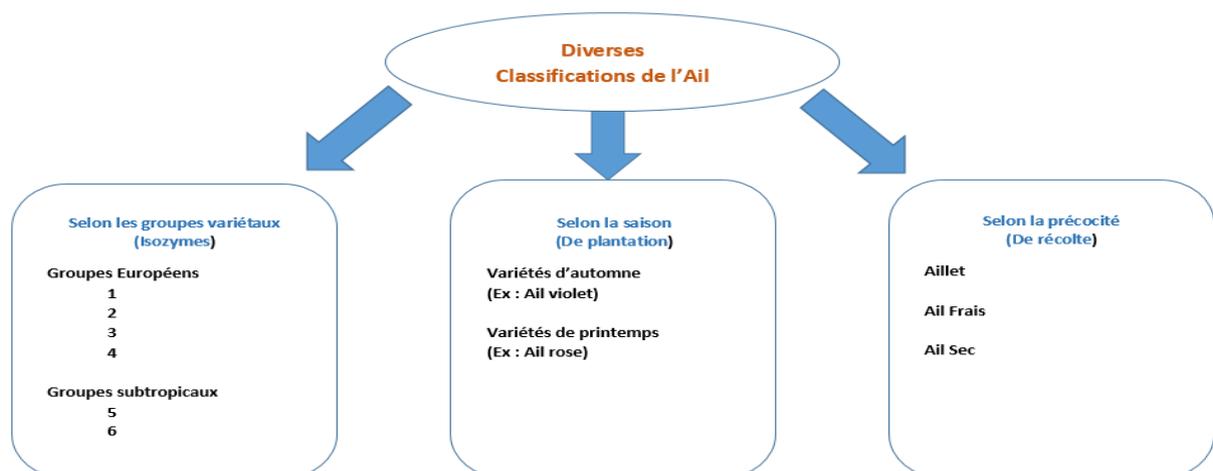


Fig. 1 : schéma de diverses classifications de l'ail

Certaines variétés sont labélisées : l'Ail rose de Lautrec par exemple est estampillé de l'IGP et du Label rouge, l'Ail blanc de Lomagne et l'Ail de la Drôme bénéficie de l'IGP. D'autres variétés font l'objet de démarches pour l'obtention d'une AOC ou d'une IGP, comme l'Ail violet de Cadours qui vise l'AOC (11).

Quelle que soit la variété considérée au sein de ces diverses classifications plus ou moins enchevêtrées, il n'en reste pas moins que l'Ail est un condiment particulièrement consommé tout au long de l'année. Ainsi En Europe (9) la production est d'environ 198 000 tonnes, Espagne en tête, suivie de la Roumanie, de l'Italie et de la France qui en produit aux alentours de 20 000 tonnes.

3. Composition nutritionnelle et micronutritionnelle de l'Ail

3.1 Généralités

Sur un plan macronutritionnel, l'ail contient de l'eau (64%), et notamment des glucides (27%), des protéines (6%) et des fibres (3%).

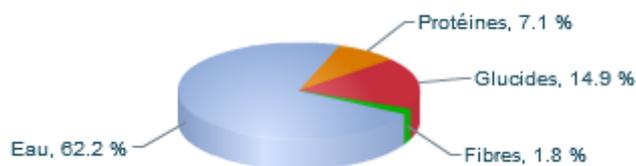


Fig. 2 : Composition de l'Ail en macronutriments (D'après Plateforme Web d'analyses nutritionnelles (12))

L'ail contient par ailleurs tout un panel de micronutriments (vitamines, minéraux et oligoéléments), et de phytonutriments tels des polyphénols et flavonoïdes, ainsi que des composés organo-soufrés (13). Les fibres sont illustrées par des polysaccharides, avec notamment les Fructosanes.

La table CIQUAL de l'ANSES (14) ainsi que NUBEL (15) propose un tableau de la composition de l'ail. Ces tables sont figurées en annexe 1 et 2. Les chiffres des teneurs en nutriments et micronutriments ne sont pas exactement les mêmes, mais l'ordre de grandeur est similaire.

On note, entre autres, une proportion non négligeable de Magnésium, de Calcium et de Phosphore, la présence de Sélénium et de Zinc, et une proportion sensible de Potassium. Coté vitamines, la vitamine C ainsi que la B6 sont relativement bien représentées. On note la présence de bêta-carotène, tandis que la base de données Canadienne (16) indique la présence d'autres caroténoïdes : la lutéine et la zéaxanthine.

Ces tables émanant d'organismes officiels ne font pourtant pas référence explicitement à la présence de polyphénols dans l'ail ! Selon une étude de 2011 (17), la teneur en composés phénoliques totaux varie de 3,4 mg de GAE (d'Acide Gallique Equivalent) / g de matière sèche (MS) à 10,8 mg GAE / g de matière sèche avec une valeur moyenne de 6,5 mg GAE / g de matière sèche.

Le chercheur Joël Pincemail, dans son ouvrage récent sur le stress oxydant et les antioxydants (18) précise une teneur de 113 mg de polyphénols pour 100 g d'ail frais (source USDA 2010 et table Phenol-Explorer 3.0).

Tout aussi curieusement, alors que la plupart des ressources grand public livresques et Internet en font état, le Soufre en tant que tel n'apparaît pas dans ces tables ! Pas plus d'ailleurs que sur d'autres bases de données telles que celle de l'INFOODS (19) de la FAO.

Pourtant les composés soufrés ont été par ailleurs très étudiés sur le plan scientifique, dès les années 40 (20) avec de nombreuses publications à la clef, car ils sont réputés être à l'origine de bon nombre de propriétés santé de l'ail. Selon Santhosha et al. (21), les composés organiques soufrés sont présents à hauteur de 2,3%. On note également la présence d'arginine sous forme d'acide aminé libre (21).

De même aucune référence n'est faite, dans ces tables, au Germanium, également appelé « vitamine O » (1), considéré comme un antioxydant puissant et un modulateur de l'immunité (22).

3.2 Les composés soufrés

La plupart des composés sulfurés de l'ail sont des *thiosulfonates* (23), soit des *sulfures d'allyle oxydés*. Selon une étude de 2014 (24), l'ail contient au moins 100 composés bioactifs soufrés volatils et non volatils pouvant contribuer à des usages pharmacologiques.

Le composé soufré le plus connu est l'*Alliine*, qui s'accumule dans les bulbes mis en stockage. Ce n'est cependant pas cette molécule qui confère l'odeur caractéristique de l'Ail, mais ses dérivés. En effet, le broyage du bulbe, tel qu'il se produit lorsque l'on mange de l'ail cru, libère une enzyme, l'*Alliinase*, qui transforme l'*Alliine* en un composé instable : l'*Allicine*. La formule chimique de ces deux molécules est représentée ci-dessous :

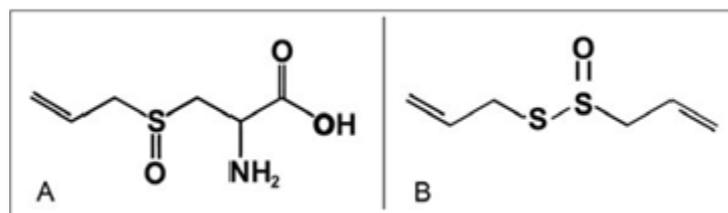


Fig. 3 : Structure chimique de l'*Alliine* et de l'*Allicine* (25)

L'*Allicine* s'oxyde en composés volatils, le *Diallyl sulfide* (DAS) et le *Diallyl disulfide* (DDAS). C'est la voie des cystéine-lyases ou alliinases, typique des espèces du genre *Allium*, illustrée par les deux schémas ci-dessous :

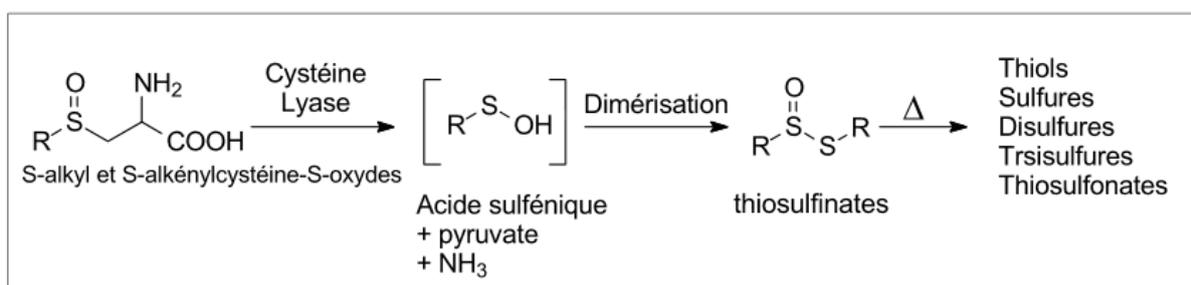


Fig. 4 : Voie des cystéine-lyases (26)

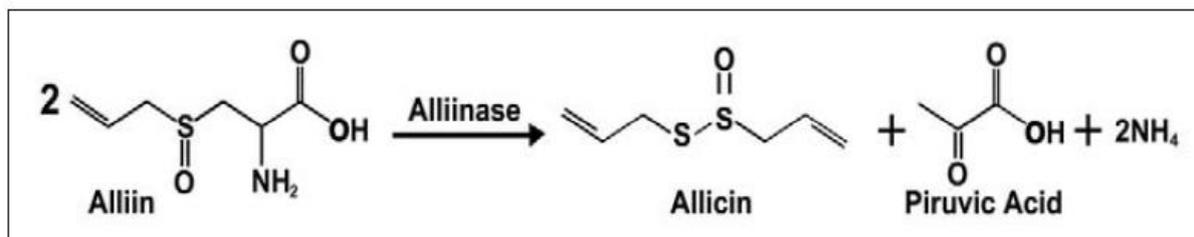


Fig. 5 : Transformation de l'Alliine en Allicine via l'Alliinase libérée par le broyage de l'ail (25)

Par ailleurs l'Alliine au contact de solvants (huile alimentaire par exemple) peut se condenser, trois molécules d'Alliine formant ainsi l'Ajoène. En réalité de nombreux composés soufrés dérivent de thiosulfonates, incluant les *Diallyl*, les *Methyl allyl*, les *Diethyl mono-, di-, tri-, tetra-, penta-, et hexasulfides*, les *vinylthiols*, et les *(E)- and (Z)-ajoene* (23).

Les vinylthiols sont des produits de dégradation thermique de l'allicine, le macérât de l'huile d'ail cru étant une source très riche de 2-vinyl-4H-1, 3 dithiols. Par ailleurs on note la présence de S-Allyl-L-Cystéine (SAC), composé soufré hydrosoluble que l'on retrouve ainsi dans les extraits aqueux et alcooliques de l'ail (21).

Nous pouvons ainsi résumer les faits saillants de la composition nutritionnelle et micronutritionnelle de l'ail par le tableau ci-dessous, les exemples de polyphénols étant tirés d'une étude comparative des acides phénoliques et flavonoïdes contenus dans l'ail noir (ail confit dans de l'eau de mer) à différentes des étapes différentes de traitement thermique (27) :

Familles nutritionnelles	Nutriments et micronutriments
Macronutriments	Eau, protéines et glucides. Peu de lipides, pas de cholestérol.
Fibres	Fructosanes
Composés soufrés	Alliine, Allicine, Ajoène, SAC, et plusieurs autres dérivés soufrés.
Minéraux et oligoéléments	Magnésium, Zinc, Sélénium, Germanium, Potassium, Calcium, Manganèse, Cuivre, Fer, Iode.
Vitamines	Vitamines C, B1, B3, B6, A, E
Caroténoïdes	Bêta-carotène, lutéine, zéaxanthine
Polyphénols	Flavonoïdes (Quercétine, Resvératrol,..), Acides phénoliques (acide gallique, acide caféique,...)
Acides aminés	Plusieurs dont Arginine

Fig. 6 : Principaux nutriments et micronutriments de l'ail.

4. Les vertus de l'Ail passées au crible de la science

Nous avons évoqué dans l'introduction les multiples propriétés santé attribuées à l'Ail au gré des observations empiriques et des ouvrages grand public ou plus ou moins anciens consacrés au sujet. Pour étudier la validité scientifique de ces vertus, nous les avons organisées selon plusieurs thématiques biologiques et physiologiques :

- Les vertus antioxydantes de l'ail
- La sphère anti-infectieuse
- La sphère immunitaire
- La sphère cardiovasculaire et métabolique

- La sphère neurologique
- La sphère digestive
- La sphère ostéo-articulaire.

Ce regroupement est à frontière « **floue** » car des chevauchements et des recoupements entre les différentes sphères sont à priori naturellement envisageables.

4.1 Les vertus antioxydantes de l'ail

L'ail est réputé pour avoir des vertus antioxydantes. Compte-tenu de sa composition vue plus haut, on le conçoit assez aisément (polyphénols, caroténoïdes, sélénium, composés soufrés, etc.). Selon l'USDA (cité par [\(28\)](#)), l'indice ORAC (Oxygen Radical Antioxidant Capacity) de l'ail, exprimé en $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ c'est-à-dire micromole de TROLOX (antioxydant de référence) pour 100 grammes d'aliment, est de 5 346 unités. Soit une valeur proche (pour 100 grammes d'ail rappelons-le) de la dose journalière recommandée d'aliments antioxydants par les nutritionnistes américains (3000 à 5000 unités).

Mais cette valeur est cependant nettement moins élevée que celles de la plupart des épices (Gingembre 14 840 unités, clous de girofle 314 446 unités) !

Il faut néanmoins relativiser cette notion, car le test ORAC est établi selon un protocole in vitro, qui ne rend pas forcément compte de la biodisponibilité, de l'impact de l'épluchage, etc. Et de fait l'ANSES et l'USDA ont retiré la table de leur de leur site.

En effet, sur le site de l'USDA [\(29\)](#), on peut lire, après traduction :

« Il n'existe aucune preuve que les effets bénéfiques d'aliments riches en polyphénols peuvent être attribués aux propriétés antioxydantes de ces aliments. Les données relatives à la capacité antioxydante des aliments déterminée in vitro (tube à essai) ne peuvent pas être extrapolées à des effets in vivo, et les essais cliniques pour tester les avantages d'antioxydants alimentaires ont produit des résultats mitigés. Nous savons maintenant que les molécules antioxydantes dans les aliments ont un large éventail de fonctions, dont beaucoup ne sont pas liés à la capacité d'absorber les radicaux libres. Pour ces raisons, le tableau ORAC, déjà disponible sur ce site Web, a été retiré. »

Mais selon Joël Pincemail [\(18\)](#), cet indice reste intéressant « *pour comparer des aliments de même type au niveau antioxydant* ».

Rappelons, à propos des polyphénols, que ceux-ci ont en fait un léger pouvoir oxydant, qui stimule justement les capacités antioxydantes de l'organisme : c'est l'hormésie [\(18\)](#), parfois dénommée hormèse.

Une étude de 2008 [\(30\)](#) a porté sur l'activité antioxydante in vitro de l'ail frais (évaluée selon 3 méthodes différentes) et de ses différentes préparations (haché avec sel et sans sel, frit, et ail frais avec ail déshydraté). Il en ressort curieusement que l'ail frit présente la plus forte activité antioxydante ! L'hypothèse avancée est que le fait que l'ail est cuit dans de l'huile de soja d'une part (intégration d'autres polyphénols) et d'autre part que les produits de Maillard formés aurait aussi une activité antioxydante. L'ail frit présente une meilleure protection de la matière grasse végétale contre l'oxydation (méthode « *Rancimat* »). Au final, l'activité antioxydante de l'ail est donc modulée selon son mode de préparation.

Pour finaliser ce chapitre, voici l'extrait traduit d'un tableau récapitulatif proposé par Santhosha [\(21\)](#) sur les vertus antioxydantes de l'ail liée aux composés soufrés :

Composés organo-sulfurés	Bénéfices
Huile d'ail	Réduit la toxicité du Tributylétain
Extrait d'ail vieilli	Inhibe la production des produits terminaux de la Glycation. Inhibe la peroxydation lipidique et l'oxydation du LDL.
Extrait aqueux d'ail	Protège les tissus contre les dommages oxydatifs de la nicotine.
Di-Allyl-Tri-sulfide	Réduit les dommages du foie lié au tétrachlorure de carbone.
Allicine	Neutralise le radical Hydroxyle.
S-Ethyl-Cystéine (SEC) et N-Acetyl-cystéine (NAC)	Protection contre l'oxydation des lipides.

Fig. 7 : Propriétés antioxydantes de l'ail : d'après Santhosha et al. (21).

4.2 La sphère antiinfectieuse

Parmi les vertus santé de l'Ail véhiculées dans l'audience grand public (livres, revues, etc.), les propriétés antibiotiques, antifongiques, antivirales et même antiparasitaires sont largement mises en avant. Du côté de la recherche, nous constatons une profusion d'études scientifiques portant sur les propriétés thérapeutiques et préventives de l'ail en général, et de ses propriétés antiinfectieuses en particulier. Un ouvrage scientifique américain récent (disponible au format PDF) confirme largement ces propriétés antiinfectieuses, dans le chapitre 9 signé E Touloupakis et al (25).

L'activité antimicrobienne.

L'ail inhibe la croissance bactérienne, notamment via les composés sulfurés qui détruisent les groupes thiols des enzymes bactériennes. Les études ont montré une efficacité des extraits d'ail contre *Helicobacter pylori*, plusieurs espèces du genre *Shigella* (dont *dysenteriae*), *Escherichia coli*, ainsi que des souches de *Staphylococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas* et *Klebsiella* (25). Louis Pasteur avait d'ailleurs en son temps confirmé l'action antibiotique de l'ail sur les *Salmonelles* et *Escherichia coli* (1).

Dans une Review, Ankri S. propose un tableau de la sensibilité à l'Allicine de différentes souches bactériennes (31) :

Bacterial strain	Allicin concentration (LD ₅₀ µg/mL)	Comments
<i>Escherichia coli</i>	15	Sensitive to antibiotics
<i>Escherichia coli</i>	15	Multidrug resistant (MDR)
<i>Staphylococcus aureus</i>	12	Sensitive
<i>Staphylococcus aureus</i>	12	Methicillin resistant
<i>Streptococcus pyogenes</i>	3	Sensitive
<i>Streptococcus β hemolyticus</i>	>100	Clinical MDR strain
<i>Proteus mirabilis</i>	15	Sensitive
<i>Proteus mirabilis</i>	> 30	Clinical MDR strain
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15	Sensitive to cefprozil
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	>100	MDR mucoid strain
<i>Acinetobacter baumannii</i>	15	Clinical isolate
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	8	Clinical isolate
<i>Enterococcus faecium</i>	>100	Clinical MDR strain

LD₅₀: 50% lethal dose.

Fig. 8 : Sensibilité de différentes espèces bactériennes à l'allicine (31)

Au vu de ce tableau, nous constatons que le streptocoque β hémolytique, ainsi que deux autres souches (LD₅₀ > 100) sont moins sensibles que la plupart des autres germes à l'action de l'Allicine.

L'auteur précise que l'ail écrasé possède une activité antibactérienne à large spectre sur les bactéries GRAM + et GRAM-, ainsi que sur *Mycobacterium tuberculosis*. Par contre l'ail ne serait pas efficace contre la formation des toxines de *Clostridium botulinum*.

Toujours Selon Ankri et al. (31), l'activité antimicrobienne de l'allicine est due à plusieurs mécanismes :

- L'inhibition de certaines enzymes contenant un thiol dans les microorganismes.
- L'inhibition d'autres enzymes bactériennes telles que le système de l'acétyl-CoA-formage, constitué par de l'acétate kinase et phosphotransacétyl-CoA synthétase.

L'auteur précise qu'il est raisonnable de conclure que le large spectre des effets antimicrobiens de l'Allicine (et de l'Ajoène dont nous parlons plus loin) sont dus aux effets inhibiteurs multiples qu'ils peuvent avoir sur différents systèmes enzymatiques thiol-dépendants. Un effet synergique de l'Allicine avec des antibiotiques tels que la streptomycine et le chloramphenicol a également été observé.

Enfin, il semble que la plupart des bactéries soient incapable de développer une résistance à l'Allicine, en raison d'un mode d'action totalement différent de celui des antibiotiques classiques.

L'activité antifongique.

Selon Ankri et al. (31), les extraits d'ail concentrés en composés soufrés ont un puissant effet antifongique, via différents mécanismes :

- Inhibition de formation de mycotoxines telle l'aflatoxine de l'*Aspergillus parasiticus*.
- Inhibition de la croissance (plusieurs espèces de *Candida*) au niveau de la germination des spores et de la croissance des hyphes.

C'est là aussi essentiellement l'Allicine qui est responsable de cette activité antifongique, et bien que le mécanisme exact ne soit pas élucidé, il serait le même que pour l'activité antibactérienne, à savoir une action sur les enzymes à thiol. Les concentrations d'inhibition varient globalement de 1, 57 à 12µg/ml d'Allicine.

Par ailleurs, une étude de 2011 (32) a comparé l'action de l'Allicine sur les biofilms de *Candida albicans*, par rapport à un médicament antifongique, le Fluconazole. Les conclusions sont :

- Une réduction significative de la croissance du biofilm soumis à l'Allicine comparativement au Fluconazole.
- La diminution à la baisse de l'expression du gène HWP1 responsable de la synthèse des protéines de la paroi des filaments.

Une autre étude (33) a montré l'effet synergique, in vivo et in vitro, de l'Allicine avec l'Amphotéricine B, référence de traitement pour les mycoses invasives les plus graves.

L'ajoene présente aussi une activité antifongique. Ainsi une étude Italienne (34) a montré que l'ajoene est capable de contrôler l'infection par *Paracoccidioides brasiliensis* (responsable de la Paracoccidioidomycose ou Maladie de Lutz), de souris infectées : elles ont vu leur taux d'anticorps diminuer significativement au bout de 10 semaines de traitement. Le mécanisme à l'œuvre serait l'inhibition de la phosphatidylcholine.

L'activité antivirale.

Les extraits d'ail concentrés en Allicine présente une activité antivirale certaine in vitro, notamment sur le cytomégalovirus humain, l'influenza de type B, les virus de l'herpès simplex de type 1, 2 et 3, les virus parainfluenza, le virus de la vaccine, le virus de la stomatite vésiculaire, et le rhinovirus humain (31).

L'Ajoène semble aussi présenter une activité antivirale : selon une étude de 1992 (35) elle bloque les processus de l'intégrine-dépendante dans les cellules infectées par le virus de l'immunodéficience humaine.

L'activité antiparasitaire.

Selon Ankri (31), Albert Schweizer a utilisé l'ail fraîchement écrasé pour traiter les personnes souffrant de dysenterie. Cette activité antiparasitaire est confirmée par de nombreuses études citées par l'auteur : notamment sur *Giardia lamblia*, *Leishmania major*, *Leptomonas colosoma* sensibles à une concentration d'Allicine de 30µg/ml.

Plusieurs études récentes confirment l'activité antiparasitaire de l'Ail. Par exemple une étude de 2012 (36) a montré l'efficacité, sur des souris immunodéprimées, du jus cru d'ail sur le *cryptosporidium* (élimination par les selles des oocystes).

Comme pour les champignons, L'Ajoene présente aussi une activité antiparasitaire : selon une étude de 1993 (37), l'Ajoene est actif contre la prolifération de *Trypanosoma cruzi*, le mécanisme à l'œuvre étant l'inhibition de la biosynthèse de la phosphatidylcholine.

Au final, les propriétés antiinfectieuses, au sens large, des extraits d'ail, sont clairement démontrées. Elles sont dues essentiellement à l'Allicine, mais aussi à l'Ajoene. Le mécanisme d'action principal de l'Allicine repose sur sa capacité à inhiber les enzymes à thiols des pathogènes non viraux, tandis que l'Ajoene inhibe la biosynthèse de la phosphatidylcholine (composant important des membranes cellulaires).

A noter que l'ail fait partie d'un élixir célèbre connu sous le nom de "*Vinaigre des quatre voleurs*", en références à 4 voleurs graciés pour avoir livré le secret leur ayant permis d'échapper à la grande peste de Marseille à la fin du 18^e siècle...

A titre anecdotique enfin, nous trouvons de plus une application inattendue de ces vertus antimicrobiennes dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire. Une étude récente (38) a en effet montré l'efficacité antimicrobienne de l'incorporation d'huile d'ail dans un film de polyéthylène basse densité (LDPE) servant d'emballage pour de la nourriture prête à manger à base de pains et de viande!

4.3 Sphère immunitaire et cancer

Le précédent chapitre a montré les capacités antiinfectieuses des extraits d'ail. Cela dit, l'ail présente aussi des propriétés immunostimulantes et anticancéreuses, de nombre d'études étant disponibles sur le sujet.

Côté immunité, une étude américaine de 2012 (39) en double aveugle et randomisée montre qu'un extrait d'ail vieilli administré à raison de 2, 6 g/j pendant 45 jours réduit sensiblement la gravité des symptômes du rhume et de la grippe, via la stimulation des lymphocytes T gamma delta ($\gamma\delta$) et les Natural Killer (NK).

Nous avons donc ici une illustration typique du rôle de renforcement du système immunitaire que peut jouer l'Ail.

De nombreuses études montrent une incidence sur divers cancers, dont celui de la prostate. En effet, d'après une publication de 2010 (40), des données probantes appuient les effets protecteurs de l'ail dans les cancers de l'estomac, le cancer colorectal, et le cancer du sein. Les effets anticarcinogènes semblent liés à la présence de composés soufrés de l'ail, de par leur rôle modulateur sur les cytochromes P450 et les glutathion-S-transférases, jouant un rôle important dans la détoxification des carcinogènes.

Par ailleurs, une review (21) suggère que le bénéfice potentiel de l'ail contre les cancers et attribuable principalement au Sélénium, cofacteur de la glutathion peroxydase.

Une étude de 2003 (41) a vérifié l'impact d'un extrait aqueux d'ail à raisons de 1 ml/kg de poids corporel pendant un mois, sur l'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) et le cancer de la prostate (PC). Les taux de PSA ont été significativement abaissés, et les paramètres urinaires améliorés. Cependant, si dans le groupe HBP la masse de la prostate a été significativement réduite, ce ne fut pas le cas pour le groupe PC.

Plus prosaïquement, une méta-analyse sur les cancers de l'Estomac et du Colon (42) tire la conclusion suivante : la consommation d'ail cru, cuit ou les deux (nous ne sommes plus ici dans des extraits concentrés) aurait des effets bénéfiques dans la prévention des cancers colorectaux et de l'Estomac (pour ce dernier par limitation de la production de nitrosamines), en diminuant de près de 50% le risque de développer ce type de maladie. Ceci pour une consommation de près de 6 gousses d'ail par semaine.

Selon les auteurs d'une récente publication (43), les études épidémiologiques indiquent que les composants de l'ail ont des effets antiprolifératifs contre divers types de cancer. Ainsi le NBMA (N-benzyl-N-methyldecan-1-amine) obtenue à partir de gousses d'ail induit notamment l'arrêt du cycle cellulaire à la phase G2/M du cycle cellulaire des cellules U937 de la leucémie (mort des cellules cancéreuses par apoptose). Les résultats sont considérés comme prometteurs pour le traitement de la leucémie avec le NBMA.

Au total nous constatons donc, comme pour d'autres indications, le rôle prépondérant des composés soufrés de l'Ail dans ses vertus anti cancer, via divers mécanismes. En ce sens, Santhosha et al. (21), proposent une synthèse des effets des composés soufrés sur différents types de cancer, que nous reproduisons dans le tableau simplifié et traduit ci-dessous :

Composés soufrés	Type de cancer et mécanisme d'action
1. S-Allyl cystéine	Inhibition de la formation des nitrosamines et bio activation.
2. Di- allyl Di- sulfide	Cancer du Colon: Inhibe la croissance des cellules néoplasiques CMT-13 et l'activité des N-acetyl transférases. Tumeur de Colon : augmente l'acétylation des histones, le niveau des CDKN1A Mrna et de la protéine P21. Induit l'arrêt du cycle cellulaire en phase G2/M au niveau des cellules tumorales.
3. Allicine	Inhibe la prolifération des cellules cancéreuses et induit l'apoptose par activation des caspases.
4. Ajoene	Leucémie: inhibe la prolifération, induit l'apoptose en bloquant la phase G2 / M du cycle cellulaire
5. Di-allyl Tri-sulfide	Cancer de la prostate: induit l'apoptose par induction de la protéine Bax et Bak

Fig. 9 : Action des composés soufrés sur différents type de cancer : d'après Santhosha et al. (21)

Paradoxalement par rapport aux publications sus-citées, il est intéressant de noter qu'une étude prospective (44) a conclu qu'il n'y avait pas de lien entre la consommation d'ail...et le risque de développement du cancer colorectal !

4.4 La sphère cardiovasculaire et métabolique

L'ail est souvent cité (1) pour avoir des effets bénéfique sur la fluidité sanguine, sur l'HTA et sur le taux de cholestérol. Dans le « Guide des ordonnances de nutrition » (45), les auteurs Olivier Coudron et Bernard Pourrias indiquent l'ail dans la liste des aliments favorables contre l'hypertension artérielle, vu son effet antihypertenseur démontré chez l'homme.

Une méta-analyse de 2008 (46), portant sur des études publiées entre 1955 et Octobre 2007 (randomisées et versus placebo) a fait le point sur les options de traitement non pharmacologiques pour l'hypertension. Les conclusions sont les suivantes :

- Une méta-analyse de 1994 a conclu que les études animales ont suggéré que l'ail réduit la pression artérielle, mais que les résultats des études chez l'homme sont mitigés.
- La présente méta-analyse portant sur 25 études dont 11 sur des sujets hypertendus (Analyse de méta-régression), suggère que les préparations à base d'ail sont supérieures au placebo pour réduire la pression artérielle chez des individus souffrant d'hypertension : diminution moyenne de $4,6 \pm 2,8$ mm Hg pour la PAS (Pression Artérielle Systolique), diminution moyenne du sous-groupe hypertensif de $8,4 \pm 2,8$ mm Hg pour la PAS et de $7,3 \pm 1,5$ mm Hg pour la PAD (Pression Artérielle Diastolique).

Si l'amélioration observée est relativement modeste, une étude de 2014 (24) précise les mécanismes biochimiques pouvant expliquer les effets bénéfiques de l'Ail sur la tension. L'effet de divers composés soufrés de l'ail (notamment la SAC et l'Allicine) a été étudié du point de vue de divers paramètres physiologiques et biochimiques, notamment l'oxyde nitrique (NO), le stress oxydatif, NF- κ B, et l'activité du système rénine angiotensine aldostérone.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- Apparemment, l'effet de l'ail sur la production de NO dans le système vasculaire peut être attribué à la SAC.
- Le stress oxydatif est limité par la SAC, l'Allicine, les Saponines et l'Ajoène.
- L'ail et plus particulièrement la SAC semblent inhiber l'activation de NF- κ B dans plusieurs types cellulaires, y compris les cellules endothéliales.
- La SAC en particulier joue un rôle dans la régulation du système rénine angiotensine aldostérone.
- L'ail peut moduler la croissance et la migration des VSMCs (cellules des muscles lisses vasculaires), rôle imputé à l'allyl méthyl sulfide (AMS) et le diallyl sulfide (DAS).

Dans d'autres sections du domaine cardio-vasculaire, de multiples études viennent préciser l'action de l'ail. Sans développer autant que pour l'hypertension, on note en particulier les effets de l'ail sur :

- L'abaissement du taux de cholestérol, la réduction des paramètres lipidiques.
- La fluidification du sang.

Selon Santhosha(21), diverses études montrent la réduction de niveau de cholestérol et de triglycérides, via l'huile d'ail, la pâte d'ail, l'allicine, l'Ajoène. Cependant, une très récente étude randomisée (47) mais portant sur l'ail noir a conclu qu'il n'y avait pas d'impact significatif sur l'abaissement du LDL cholestérol et des triglycérides notamment, mais que par contre les niveaux d'Apo lipoprotéine B étaient significativement abaissés : la conclusion est que l'extrait l'ail vieilli peut contribuer à une réduction des marqueurs athérogènes, et une protection cardiovasculaire chez les sujets ayant une hypercholestérolémie modérée.

Enfin, si quelques études ne permettent pas de conclusions définitives, d'autres pointent l'effet antiagrégant plaquettaire de l'ail sous différentes formes de préparation, et en lien avec l'Allicine et d'autres thiosulfinate (21) : le sodium-2-propanyl thiosulfinate extrait de l'ail cuit inhiberait significativement l'agrégation plaquettaire.

Coté pathologies métaboliques, l'ail aurait de plus un effet antidiabétique, et un effet hépatoprotecteur.

Les extraits d'ail semblent en effet corriger l'hyperglycémie selon deux mécanismes (21) :

- Stimulation de la sécrétion d'insuline par le pancréas
- Amélioration de la sensibilité à l'insuline.

Une équipe pakistanaise (48), notant les résultats contradictoires des études sur les effets de l'ail dans le diabète, a étudié les effets hypoglycémisants de comprimés d'ail sur des patients atteints de diabète de type 2, répartis en deux groupes : l'un avec comprimé d'ail de la marque KWAI 300 mg + Metformine 500mg, l'autre avec placebo + Metformine.

Les résultats sont une diminution sensible de la glycémie à jeun chez le groupe avec KWAI, mais aussi une baisse du cholestérol, du LDL cholestérol, et une augmentation du HDL cholestérol. La conclusion est que l'ail peut être un bon complément pour la gestion des patients atteints de diabète et l'hyperlipidémie.

De nombreuses études portant sur les rats notamment, viennent suggérer les effets hépatoprotecteurs de l'ail. Par exemple (49), l'action de l'extrait d'ail vieilli (AGE), de la SAC et de la S-AllylMercapto cystéine (SAMC) a été évaluée sur des souris présentant une hépatite aiguë provoquée par des hépatotoxines (paracétamol ou le tétrachlorure de carbone) : notamment réduction de la nécrose hépatique, l'action de la SAMC étant supérieure à celle de la SAC.

En écho aux fonctions de détoxification du Foie nous abordons maintenant le rôle supposé de l'Ail pour la détoxification des métaux lourds. En effet, bien que l'ail des ours (*Allium ursinum*) soit plus connu dans les ressources grand public pour ses vertus d'élimination des métaux lourds (il entre dans la composition d'un certain nombre de compléments alimentaires dédiés à ce rôle), l'ail (*Allium sativum*) est également cité.

Une étude de 2012 (50) semble le confirmer sur des rats soumis à l'ingestion de mercure, de plomb et de Cadmium, recevant en parallèle (avant pendant ou après) de d'Ail cru, avec suivi de l'accumulation de ces métaux dans le Foie, et ce durant 6 semaines. Les résultats montrent une hépatoprotection plus marquée pour le Cadmium, suivi du Mercure, et moins nette pour le plomb. Selon les auteurs, ces résultats pourraient être extrapolés à l'homme en raison d'une physiologie proche.

4.5 La sphère neurologique

L'impact de la consommation d'ail sur la sphère neurologique dans les ressources grand public est peu évoqué, car largement éclipsé par les propriétés phares du condiment, déjà évoquées plus haut. Pourtant, une review de 2008 (51) évoque l'action neuroprotective de l'ail, notamment sur les déficits cognitifs, la démence, et la maladie d'Alzheimer.

Les mécanismes à l'œuvre sont globalement ceux de la protection cardiovasculaire vus plus haut : régulation des lipidémies, effets anti athérosclérose, limitation de l'oxydation du LDL cholestérol. Ces effets sont liés aux propriétés antioxydantes de l'ail sous différentes préparations, y compris l'ail vieilli, via la SAC notamment. Ainsi selon les auteurs, la SAC a la faculté de protéger les cellules neuronales contre la bêta-amyloïde impliquée dans la maladie d'Alzheimer.

4.6 La sphère digestive

Nous avons déjà évoqué plus haut le rôle de l'Ail dans la prévention des cancers gastriques et colorectaux, en lien avec divers composés soufrés de l'ail. L'effet hépatoprotecteur de l'ail et son action antidiabétique 2 ont été abordés également.

Coté intestins, l'ail, tout comme l'oignon, a la réputation d'être un bon prébiotique. Une étude chinoise (52) a confirmé in vitro (suspension fécale humaine, suivi des bifidobactéries, des bactéries anaérobies et des Bactéroides) cette propriété de stimulation du microbiote par l'ail via une de ses familles de composants, les Fructanes (fibres).

La conclusion est que les Fructanes stimulent sélectivement la croissance des bifidobactéries et inhibent le clostridium : ainsi leur efficacité prébiotique est un moyen à prendre en compte pour prévenir certaines maladies gastro-intestinales.

4.7 La sphère ostéo-articulaire

Compte-tenu des diverses propriétés antioxydantes et stimulantes immunitaires entres autres vues jusqu'ici, et nonobstant la présence de composés organo-soufrés, on peut s'attendre à un effet bénéfique de l'ail ou de ses extraits sur les problèmes ostéo-articulaires.

Ainsi une étude en double aveugle de 2009 (53) synthétisée dans un poster a consisté à suivre, durant 8 semaines, les signes cliniques ainsi que les paramètres sériques de la métalloprotéinase 13, de la collagénase, et de la glutathion peroxydase chez des patients atteints d'arthrose du genou : un groupe recevant une capsule d'ail 900 mg par jour, l'autre groupe recevant 1500 mg de sulfate de glucosamine. La conclusion est que l'ail est quasi aussi efficace que la glucosamine sulfate pour atténuer des douleurs et les manifestations cliniques des arthroses du genou.

5. Impacts de la cuisson, de l'irradiation

Si l'on s'en tient à l'usage alimentaire de l'ail, en tant notamment que condiment, on peut se poser la question de l'impact de la cuisson d'une part, et de l'irradiation à vocation sanitaire d'autre part, sur sa qualité nutritionnelle.

Classiquement, il est déconseillé de trop faire cuire l'ail, qui perdrait alors une partie de ses vertus médicinales et nutritionnelles. En ce sens, le site passeportsante.net (54) affirme dans une synthèse que l'Alliinase est désactivée par la chaleur, laquelle peut aussi diminuer la quantité d'antioxydants. Pourtant, une étude de 2005 (55) a comparé la teneur en différents composés bioactifs de l'ail frais et cuit à 100 °C pendant 20 mn (échantillons d'ail israéliens, polonais et ukrainiens), et conclu ainsi :

- Les teneurs en fibres alimentaires et oligo-éléments essentiels sont comparables.
- les composés bioactifs, et le potentiel antioxydant et le profil des protéines et sont comparables
- L'ail frais devrait être ajouté à des plats cuits à 100 ° C dans les 20 dernières minutes de la cuisson.

Il semble donc que ce soit surtout la cuisson excessive et prolongé qui altère notablement les composés actifs de l'ail.

Ce que l'on appelle irradiation des aliments est en fait une ionisation à visée sanitaire, dont la pratique découle de la directive 1999/2/CE relative au rapprochement des législations des Etats membres sur la question de l'irradiation alimentaire. Cette ionisation concerne notamment les épices, les herbes aromatiques séchées et les condiments végétaux (mais aussi une trentaine d'autres produits en France), et a pour but (56) :

- Ralentir la dégradation du produit (inhibition de la germination des bulbes, réduction des populations d'insectes et de microorganismes responsables de la dégradation ou de la maturation naturelle de l'aliment).
- Augmenter les qualités sanitaires de l'aliment en détruisant les pathogènes.

Selon le CRIIRAD (56), l'irradiation à forte dose détruit les bactéries mais n'a pas d'incidence sur les toxines qu'elles produisent. Selon cet organisme, l'ionisation entraîne notamment la formation de radicaux libres très réactifs (les études de toxicité étant jugées insuffisantes), et la destruction d'acides aminés et de vitamines, notamment A, B1, B6, B12, C, E, K, PP et acide folique.

En Europe, théoriquement les denrées alimentaires irradiées doivent porter la mention « traité par rayonnements ionisants » ou « traité par ionisation ».

Qu'en est-il pour l'ail ? Sa qualité nutritionnelle et préventive de diverses pathologies est-elle altérée par les traitements ionisants ?

Les études disponibles sont parfois contradictoires. Nous listons simplement ici quelques exemples issus de deux sources synthétiques :

- A dose supérieure à 6 kilogray, l'ionisation dégrade les vitamines et d'autres nutriments. A noter que la dose de 10 kilogray étant en France autorisée pour les épices (57).
- L'ionisation des lipides entraîne la formation de produits de radiolyse, particulièrement les 2-alkylcyclobutanones (2ACB), dont des études in vitro ont montré qu'elles endommageaient l'ADN, cette génotoxicité semblant improbable chez l'homme (58).

Selon une publication Allemande de 1997 (59), la dose d'ionisation appliquée à l'aliment est d'importance secondaire, tant que les qualités organoleptiques ne sont pas altérées, la dose de 10 kilogray pouvant même être dépassés sans conséquences toxicologiques.

Dans un de ses récents ouvrages (60), le Dr Laurent Chevalier affirme que ce n'est pas tant la déperdition ou détérioration relativement modeste des nutriments (vitamines A, B1, C et E, acides aminés tyrosine, phénylalanine notamment) qui pose problème que le risque de dérive qui consisterait à recycler des aliments avariés rendus « comestibles » par l'irradiation.

Sur ce sujet complexe, nous sommes donc dans une problématique de balance bénéfico-risque dont l'appréciation dépasse le cadre de ce mémoire. Notons cependant que ce procédé est d'un côté largement approuvé au niveau international, notamment par l'OMS, la FDA et l'USDA, mais fait l'objet d'un autre côté de polémiques alimentées par diverses associations : CRIIRAD, Réseau sortir du Nucléaire...

6. Inconvénients et contre-indications de l'Ail

L'inconvénient principal de la consommation d'ail est bien sûr l'haleine quelque peu avenante qui se dégage du consommateur...

Au-delà de cet inconvénient somme toute anodin, selon le site EurekaSanté (61) il existe quelques contre-indications ou restrictions, citons notamment pêle-mêle :

- Inflammation de la cavité buccale ou des yeux.
- Femmes enceintes (sauf usage alimentaire) ou allaitantes (odeur indésirable dans le lait maternel).
- Gastrite et ulcères (paradoxalement vu ses effets protecteurs sur la prévention des cancers gastriques !), et à fortiori éviter de prendre sur un estomac vide.
- Porphyrie (contre-indication formelle)
- A éviter après une intervention chirurgicale (en raison de l'effet anticoagulant)

A propos de chirurgie, notons paradoxalement qu'une récente publication (62) montre l'intérêt de l'administration intra-abdominale d'huile d'ail pour limiter les adhérences post-opératoires chez les rats, en raison des propriétés antibactériennes, fibrinolytiques et anti-thromboses de l'ail.

L'ail peut aussi interagir avec d'autres substances naturelles ou médicamenteuses :

- En raison de son effet anticoagulant, sa consommation est à réduire chez les personnes prenant des anticoagulants, du Ginkgo, du Ginseng, du Saule blanc, des Huiles de poisson riches en oméga 3...

- Interactions avec des médicaments allopathiques : Saquinavir et Ritonavir (VIH), Permixon (pour la prostate, à base de palmier nain).

L'ail au-delà de ses propriétés santé, à en particulier un effet « corrosif » certain : un des traitements traditionnels des verrues met à profit cette propriété par application d'ail sur la verrue avec préservation de la peau saine périphérique.

7. Les compléments alimentaires à base d'extraits d'Ail

Au-delà de l'usage traditionnel condimentaire en cuisine (tel quel ou déshydraté, cru ou cuit) différentes formes d'extraits d'ail sont proposées en tant que compléments alimentaires ou pour un usage pharmaceutique.

De nombreux laboratoires proposent des extraits d'ail sous forme de compléments alimentaires, avec, outre les allégations santé, le fait que l'inconvénient du goût est évité. Découvrons quelques exemples réunis dans le tableau ci-dessous :

Produit	Caractéristiques précisées par le laboratoire ou le distributeur
Huile d'ail SOLGAR 	<p>Description : concentré d'huile d'ail 1 mg (provenant d'environ 500 mg d'ail frais, huile de tournesol). Spécialement élaborées afin de réduire l'odeur naturelle de l'ail tout en conservant les nutriments et les composants actifs de l'ail entier. Flacon de 100 softgels. (argument</p> <p>Posologie : 1 à 3 capsules par jour au moment des repas</p> <p>Allégations : L'ail a des propriétés antibactériennes et anti infectieuses avérées et il est favorable à la sphère cardiovasculaire.</p>
Ail extra-fort BAKANASAN 	<p>Description : Macérât d'ail frais 69%, Une capsule contient 280mg de macérât d'ail frais. Ces capsules sont gastro résistantes : les substances sont libérées dans l'intestin où elles sont assimilées, évitant ainsi tout désagrément de goût.</p> <p>Posologie : Prendre 3 fois par jour avant les repas 1 à 2 capsules sans croquer avec un peu de liquide.</p> <p>Allégations : Les capsules d'ail "Extra-Fort" sont particulièrement indiquées pour se sentir jeune plus longtemps, en forme et plein de vitalité.</p>
Allium Q10 PARINAT 	<p>Description : Ail macérât huileux. Boite de 30 gélules liquides. Apport garanti : Allicine 1.2 µg par gélule.</p> <p>Posologie : Avaler 1 gélule par jour, au milieu d'un repas principal. Cure de 1 mois à renouveler.</p> <p>Allégations : L'Ail contribue à maintenir le niveau normal du cholestérol. Chaque gélule d'Allium Q10 apporte 500 mg d'Ail sous forme d'un macérât huileux standardisé. De plus, Allium Q10 associe du Coenzyme Q10.</p>
KYOLIC One per Day 1000 mg Cardiovascular SUPERSMART 	<p>Description : Kyolic one per day 1000 mg. Le meilleur supplément d'ail et le plus puissant disponible en un seul comprimé</p> <p>Posologie : Prendre un comprimé par jour avec un repas</p> <p>Allégations : Kyolic est sans doute le meilleur supplément d'ail au monde : il est cultivé organiquement sur un sol riche en compost, récolté à maturité puis vieilli à température ambiante pendant 20 mois ce qui permet de convertir certains composés irritants et odoriférants en antioxydants, dont la puissante S-allyl cystéine, un composé soufré hydrosoluble dont Kyolic apporte un dosage standardisé.</p>
Huile Essentielle d'ail PRANAROM 	<p>Description : 100% huile essentielle d'ail. Diallyl trisulfure, diallyl disulfure.</p> <p>Posologie : 5 gouttes d'huile essentielle d'ail dans 200 gouttes d'huile d'olive en cas d'utilisation comme vermifuge.</p> <p>Allégations : Antiinfectieuse, antibactérienne, vermifuge, antiagrégant plaquettaire, anti cholestérol.</p>
MY-COKYL NUTERGIA 	<p>Description : Complément alimentaire à base d'Ail, Pamplemousse, Romarin et Huiles Essentielles</p> <p>Posologie : 3 à 6 comprimés par jour en dehors des repas.</p> <p>Allégations : Une synergie de plantes, sous forme d'extraits et d'essences, reconnues pour limiter le développement d'espèces indésirables.</p>

Fig. 10 : Exemples de compléments alimentaires à base d'extraits d'Ail

Nous avons donc notamment des extraits d'ail huileux, ail seul ou associé à d'autres substances, l'huile essentielle d'ail, ainsi qu'une forme particulière d'extrait à base d'ail vieilli, que les japonais nomment KYOLIC. Les indications sont largement ciblées sur le cardiovasculaire, la lutte anti-infectieuse et la stimulation du système immunitaire.

Dans un traité récent de phyto-aromathérapie (63) l'huile essentielle d'ail est présentée comme dermocaustique, antiagrégant plaquettaire, vermifuge, et active sur les verrues en application locale.

Selon un ouvrage de référence (5) sur les compléments alimentaires, l'Extrait d'Ail Vieilli (EAV), est obtenu à partir d'ail frais vieilli plusieurs mois, avec un taux d'antioxydants plus élevé à la clef. Il soutient le système immunitaire et exerce des effets antiviraux, la dose journalière conseillée étant de 800 à 1000 mg d'EAV standardisé à 1,3% d'allicine.

Une étude récente (64) randomisée et en double aveugle a en effet montré qu'après 45 jours de prise d'une capsule d'EAV les lymphocytes $T\gamma\delta$ et les cellules NK sont augmentés significativement par rapport au placebo, et les symptômes de rhume atténués.

La particularité de l'EAV est qu'il ne contient quasi justement pas d'Allicine (responsable de l'odeur particulière qui exsude du consommateur d'ail frais), ses propriétés étant attribuées notamment à la SAC. Ainsi la notion d'extrait standardisé à 1,3% d'allicine serait un abus de langage, et renvoie plutôt au potentiel à libérer de l'allicine.

8. L'Ail dans l'Alimentation Santé

Nous avons vu dans le chapitre « Généralités et historique » que l'ail est depuis l'aube des temps (à tout le moins depuis l'antiquité !) assez largement utilisé dans l'alimentation humaine. Au-delà des contre-indications vues plus haut, et vu ses nombreuses propriétés santé étayées dans ce mémoire, il a donc une place de choix dans notre assiette, même s'il n'est bien sûr qu'un paramètre parmi d'autres d'une alimentation santé.

Quelques principes élémentaires (1) permettent d'optimiser son usage :

- Pour l'ail cuit avec un autre aliment, l'ajouter 20 minutes ou moins avant la fin de la cuisson, ce qui permet de mieux préserver l'intégrité de ses composés actifs
- Emincer ou écraser l'ail cru avant et le laisser un peu à l'air libre avant consommation, afin de favoriser la formation de l'allicine.
- Consommer une tête d'ail par jour (selon la commission européenne).
- la dose quotidienne à ne pas dépasser est de 5 à 10gr en décoction ou en prise crue, ce qui représente 3 à 5 gousses.
- Le fait d'enlever le germe le rend beaucoup plus facile à digérer.

Il est classiquement conseillé de mâcher du persil pour faire disparaître la mauvaise haleine due à la consommation d'ail, mais sont aussi candidats entre autres les grains de café ou les graines de cardamome.

Nous n'insistons pas ici sur les différentes et innombrables modalités possibles de conservation, de préparation et d'utilisation de l'ail en cuisine, ce qui n'est pas l'objet précis de ce mémoire. Nous renvoyons à l'ouvrage grand public « *L'Ail malin* » (1) où sont consignés « trucs et astuces » et diverses recettes culinaires. Notons cependant une utilisation particulière de l'ail en cuisine asiatique : l'ail noir, qui est de l'ail confit à l'eau de mer à haute température lui donnant un aspect semblable à un pruneau d'Agen !

9. Conclusions

Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que les vertus santé de l'ail (au-delà des contre-indications évoquées plus haut) vantées dans différentes obédiences grand public semblent assez largement confirmées par les connaissances scientifiques actuelles.

Les effets sont souvent relativement modestes (par exemple pour l'hypertension), ou les résultats des études demandent parfois à être confirmés. Les publications sont par ailleurs difficiles à comparer entre elles selon le type d'ail (ail frais, ail noir, EAV, etc.) ou d'extrait (Huileux, etc.) et les molécules actives considérées.

Il n'en reste pas moins que l'Ail, sans pour autant être une panacée, étend ses bienfaits santé dans un vaste panel d'indications : pathologies cardiovasculaires et métaboliques, domaine infectieux, sphère immunitaire, etc. Et ce parfois en synergie avec des remèdes allopathiques (exemple avec l'Amphotéricine B).

Parmi les composants de l'ail pouvant expliquer ces multiples vertus, les composés soufrés emportent largement la palme ! En toile de fond cependant, bien des mécanismes d'action sont liés aux composants antioxydants de l'ail : composés organo-sulfurés, polyphénols (hormésie), caroténoïdes, Sélénium, etc.

Ces considérations sur les effets favorables de l'ail dans l'alimentation humaine ne doivent pas faire oublier les quelques contre-indications relatives à sa consommation, et les précautions d'usage compte tenu de ses interactions possibles avec d'autres substances.

Notons enfin que des organismes officiels internationaux, tels l'OMS, le NIH, l'ESCO, ou encore la Commission Européenne (61) reconnaissent ses bienfaits notamment pour ses vertus sur le cholestérol et les triglycérides (fondé sur de bonnes évidences scientifiques selon le NIH), et sur l'hypertension artérielle modérée.

Les différentes vertus de l'ail en fonction de ses composés actifs sont résumées dans le tableau ci-dessous extrait d'une publication déjà citée (22) et complétée par nos soins en bleu gras sur la base des principaux acquis des chapitres précédents :

Activité pharmacologique	Composants contribuant probablement à l'activité
Anticoagulant	Ajoène. Sodium-2-propanyl thiosulfinate.
Cardio-vasculaire	SAC, AMS, DAS
Anti-hypertensif	Sélénium, Germanium, Sac, Allicine
Antibiotique	Allicine – Alliine
Antiparasitaire	Allicine – Alliine
Antiviral	Allicine – Alliine
Antimycosique	Allicine, Ajoene
Hypolipémiant	Diallyl-disulfide
Détoxiquant des métaux lourds	Sélénium, Allyl mercaptan, Germanium
Hépatoprotection	SAC, SAMC
Anti-tumoral	Sélénium, Germanium, NBMA (Leucémie), composés soufrés (divers cancers cf. Fig. 9.)
Apport de vitamines	Thiamine, Vitamine A et C
Antioxydant	Sélénium, Germanium, caroténoïdes, polyphénols (hormésie), composés soufrés (voir Fig. 7)
Anti-âge	Sélénium, Diallyl-disulfide
Modulation immunitaire	Sélénium, Germanium, Zinc, magnésium, calcium.
Effet prébiotique	Fructanes

Fig. 11 : Le spectre médicamenteux de l'Ail. D'après Tariq H. Abdullah (22), et complété.

A ce titre, l'ail est donc un condiment faisant partie intégrante d'une alimentation santé, ce qui ne doit pas faire oublier que cette dernière a ses impératifs dont le modèle crétois est un archétype, et qui ne se résume pas bien sûr aux vertus de l'ail : équilibre oméga3/oméga6, rapport Na⁺/K⁺, fruits et légumes variés (caroténoïdes, polyphénols), etc.

Les compléments alimentaires à base d'extraits d'ail présentent aussi un intérêt certain, par le côté pratique et adapté aux personnes voulant bénéficier de ses bienfaits (ciblés sphères infectieuse, cardio vasculaire, et immunitaire notamment) sans subir le goût et/ou l'odeur inhérent à l'ail condimentaire.

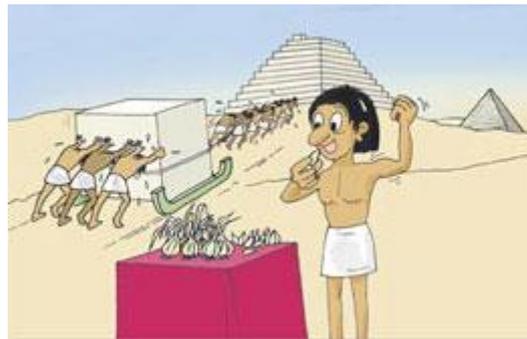


Fig. 12 : L'Ail au temps des pyramides...
Illustration tirée de (10)

La grande variété des modalités d'études de l'ail évoquée plus haut laisse le champ ouvert à des études complémentaires pour clarifier et/ou affiner les dosages adaptés en fonction des pathologies ou des objectifs de prévention santé, et surtout des formes utilisés : ail frais ou cuit, ail noir, ail vieilli, extraits huileux, etc.

Ajoutons enfin au passage que l'étude de l'ail (parmi d'autres aliments) illustre parfaitement l'intérêt de confronter les connaissances traditionnelles dite empiriques, et les connaissances les plus pointues issues de la recherche scientifique, permettant ainsi d'affiner et de préciser ces savoirs anciens...

10. Annexes

Component Name	Average Content	Min	Max
Energy, Regulation EU No 1169/2011 (kJ/100g)	555		
Energy, Regulation EU No 1169/2011 (kcal/100g)	131		
Energy, N x Jones' factor, with fibres (kJ/100g)	555		
Energy, N x Jones' factor, with fibres (kcal/100g)	131		
Water (g/100g)	64	57,60	80
Protein (g/100g)	7,9	0,90	
Protein, crude, N x 6.25 (g/100g)	7,9	0,90	
Carbohydrate (g/100g)	21,5		
Fat (g/100g)	0,47	0,06	0,60
Sugars (g/100g)	1,57	1	8,40
Starch (g/100g)	13,4	0	
Fibres (g/100g)	4,7	2,10	
Alcohol (g/100g)	0		
Polyols (g/100g)	0		
Organic acids (g/100g)	-		
FA saturated (g/100g)	0,096	0,08	0,11
FA mono (g/100g)	0,0107	0,01	0,01
FA poly (g/100g)	0,266	0,24	0,30
FA 4:0 (g/100g)	0		
FA 6:0 (g/100g)	0		
FA 8:0 (g/100g)	0		
FA 10:0 (g/100g)	0,002		
FA 12:0 (g/100g)	0		
FA 14:0 (g/100g)	0,000667	0	2,0e-03
FA 16:0 (g/100g)	0,087		
FA 18:0 (g/100g)	0		
FA 18:1 n-9 cis (g/100g)	0,0107		
FA 18:2 9c, 12c (n-6) (g/100g)	0,23		
FA 18:3 c9, c12, c15 (n-3) (g/100g)	0,02		
FA 20:4 5c, 8c, 11c, 14c (n-6) (g/100g)	0		
FA 20:5 5c, 8c, 11c, 14c, 17c (n-3) EPA (g/100g)	0		
FA 22:6 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c (n-3) DHA (g/100g)	0		
Cholesterol (mg/100g)	0		
Sodium (mg/100g)	17,6	2	39
Magnesium (mg/100g)	20,7	16,30	25
Phosphorus (mg/100g)	161	63	202
Potassium (mg/100g)	555	347	620
Calcium (mg/100g)	17,7	14	181
Manganese (mg/100g)	0,41	0,32	1,67
Iron (mg/100g)	1,32	0,74	1,90
Copper (mg/100g)	0,085	0,04	0,29
Zinc (mg/100g)	0,78	0,15	1,16
Selenium (µg/100g)	5,1	2	28
Iodide (µg/100g)	3	0,40	
Retinol (µg/100g)	0		
Beta-carotene (µg/100g)	17,5	5	30
Vitamin D (µg/100g)	0		
Vitamin E (mg/100g)	0,01		
vitamin K1 (µg/100g)	1,7		
vitamin K2 (µg/100g)	-		
Vitamin C (mg/100g)	17	5	31,20
Vitamin B1 or Thiamin (mg/100g)	0,13		0,25
Vitamin B2 or Riboflavin (mg/100g)	0,03	0,02	0,11
Vitamin B3 or Niacin (mg/100g)	0,3		1,30
Vitamin B5 or Pantothenic acid (mg/100g)	0,596		
Vitamin B6 (mg/100g)	1,18	0,21	1,99
Vitamin B9 or Folate (µg/100g)	5	3	103
Vitamin B12 (µg/100g)	0		

Annexe 1 : Composition nutritionnelle de l'Ail d'après la table CIQUAL de l'ANSES (10)

Valeur nutritionnelle pour 100 g de partie comestible ou par 100ml

Macro nutriments

Energie	136 kcal
Energie	569 kJ
Energie avec fibres	138 kcal
Energie avec fibres	577 kJ
Protéine, total	6.0 g
Protéine, végétale	6.00 g
Protéine, animale	0 g
Mat. grasse, total	0 g
Ac.gras saturé	0 g
Ac.gras mono-insat.	0 g
Ac.gras poly-insat.	0 g
Acide linoléique	0 g
Acide linoléique	0 g
Ac.gras Oméga 3	0 g
Ac.gras Oméga 6	0 g
Ac.gras, DHA	0 g
Ac.gras, EPA	0 g
Ac.gras trans	0 g
Cholestérol	0 mg
Hydr.carbone, total	28.0 g
Sucres, total	22.0 g
Amidon	6.0 g
Fibres, total	0.9 g
Eau	64 g
Alcool	0 g

Micro nutriments

Sodium	4 mg
Potassium	620 mg
Calcium	38 mg
Phosphore	134 mg
Magnésium	23 mg
Fer	1.4 mg
Cuivre	0.1 mg
Zinc	1.0 mg
Iodure	2.70 µg
Sélénium	2 µg
Vit.A - Activité	0 µg
Vit.B1	0.20 mg
Vit.B2	0.08 mg
Vit.B6	0.38 mg
Vit.B12	0 µg
Folates	4.00 µg
Niacine	0.60 mg
Vit.C	14 mg
Vit.D	0 µg
Vit.E	0 mg

Annexe 2 : composition nutritionnelle de l'Ail d'après NUBEL (11)

11. Bibliographie et webographie

(1)

Alix LEFIEF-DELCOURT. L'Ail malin. Les 1001 secrets de cet ingrédient magique pour la santé, la maison, la cuisine. LEDUC.S. Editions. 2011.

(2)

Dr Jean VALNET. Se soigner par les légumes, les fruits et les céréales. Maloine SA Editeur. 1967.

(3)

Encyclopédie Libre WIKIPEDIA: http://fr.wikipedia.org/wiki/Ail_cultiv%C3%A9

(4)

Dr Denis GINGRAS et Dr Richard BELIVEAU. Les aliments contre le cancer. La prévention du cancer par l'alimentation. Le Livre de Poche. 2005.

(5)

Brigitte KARLESKIND. Guide pratique des compléments alimentaires. Comment les utiliser pour prendre en charge les maladies les plus courantes. Thierry SOUCCAR Editions. 2013.

(6)

Charles-Marie MESSIAEN. La variabilité chez l'Ail. Sauve qui peut ! N° 09 (1996). Le courrier de l'environnement de l'INRA.

(7)

Maass H., Klaas M. Intraspecific differentiation in Garlic (*Allium sativum* L.) by isozyme and RAPD markers. 1995 Theor. appl. Genetics, 91, 89-97.

(8)

Richard BRAND. L'Ail, une semence à part. Sauve qui peut ! N° 09 (1996). Le courrier de l'environnement de l'INRA.

(9)

INTERFEL Interprofession des Fruits et Légumes Frais
<http://www.lesfruitsetlegumesfrais.com/fruits-legumes/aromatiques-fraiches/ail/carte-identite#content>

(10)

Caractéristiques des variétés d'ail inscrites au Catalogue officiel Français et vendues en plants certifiés.

<http://plant-certifie-ail.org/pages/caracteristiques.php>

(11)

Syndicat d'initiative de Cadours. www.cadours.com

(12)

Composition des aliments. Plateforme Web d'analyses nutritionnelles. www.composition-des-aliments.fr/analyse-france/ail-frais

(13)

Encyclopédie libre WIKIPEDIA

http://fr.wikipedia.org/wiki/Ail_cultiv%C3%A9#Principaux_constituants

(14)

ANSES CIQUAL – Table CIQUAL 2013 – composition nutritionnelle des aliments.
<https://pro.anses.fr/TableCIQUAL/index.htm>

(15)

NUBEL.

<http://www.internubel.be/Login.aspx?lId=2>

(16)

Health Canada. <http://webprod3.hc-sc.gc.ca/cnf-fce/report-rapport.do?lang=eng>

(17)

Victor Manuel Beato et al. Changes in Phenolic Compounds in Garlic (*Allium sativum* L.) Owing to the Cultivar and Location of Growth. *Plant Foods for Human Nutrition* September 2011, Volume 66, Issue 3, pp 218-223.

(18)

Joël Pincemail. Stress oxydant et antioxydants. Revue critique des processus d'action des antioxydants. Testez éditions. Collection NutriDoc. Mars 2014.

(19)

INFOODS. www.fao.org/infoods/infoods/fr

(20)

Cavallito et al. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. 1944. *Journal of the American Chemical Society* 66, 1950-1951

(21)

S.G. Santhosha et al. Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance : A review. *Food Bioscience*. Volume 3, September 2013, Pages 59–74.

(22)

Abdullah TH et al. Garlic Revisited: Therapeutic for the Major Diseases of Our Times? *J Natl Med Assoc*. Apr 1988; 80(4): 439–445.

(23)

Noureddine Benkeblia. *Allium* Thiosulfinates: Chemistry, Biological Properties and their Potential Utilization in Food Preservation. Food ©2007 Global Science Books.

(24)

Reem Shouk et al. Mechanisms underlying the antihypertensive effects of garlic bioactives. *Nutrition Research* 34 (2014) 106-115.

(25)

Maria Térésa Giardi et al. *Bio-Farms for Nutraceuticals*, 2010 – Springer. **E Touloupakis et al.** Chapter

(26)

Dr Xavier Hernandez. Importance des composés soufrés en chimie des arômes. Laboratoire de Chimie des Molécules Bioactives et des Arômes, UMR CNRS 6001, Université de Nice-Sophia Antipolis (Diaporama).

(27)

Ji-Sang Kim et al. Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *JOURNAL OF FUNCTIONAL FOODS* 5 (2 0 1 3) 8 0 –8 6

(28)

Nutrivores.com. L'indice ORAC.2011. <http://www.nutrivores.com/indice-orac>

(29)

USDA. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, Release 2 (2010)

<http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=15866>

(30)

Yara S. Queiroz et al. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products-In vitro antioxidant activity. *Food Chemistry* Volume 115, Issue 1, 1 July 2009, Pages 371-374

(31)

Serge Ankri et al. Antimicrobial properties of Allicin from garlic. Review. *Microbes and infection*, 2, 1999, 125-129.

(32)

Alireza Khodavandia. Comparison between allicin and fluconazole in *Candida albicans* biofilm inhibition and in suppression of HWP1 gene expression. Volume 19, Issue 1, 15 December 2011, Pages 56–63

(33)

MaoMao An et al. Allicin enhances the oxidative damage effect of amphotericin B against *Candida albicans*. *International Journal of Antimicrobial Agents* 33 (2009) 258-263.

(34)

Marcia L.F et al. Actividad antifúngica del ajoeno en la paracoccidioidomycosis experimental en ratones (Antifungal activity of ajoene on experimental murine paracoccidioidomycosis). *Revista Iberoamericana de Micología*. Volume 25, Issue 3, September 2008, Pages 163–166

(35)

Tatarintsev A.V. et al. The ajoene blockade of integrindependent processes in an HIV-infected cell system, *Vestn. Ross. Akad. Med. Nauk.* 11 (1992) 6–10.

(36)

Maha Reda Gaafar. Efficacy of *Allium sativum* (garlic) against experimental cryptosporidiosis. *Original Alexandria Journal of Medicine*, Volume 48, Issue 1, March 2012, Pages 59-66.

(37)

Urbina J.A. et al. Inhibition of phosphatidylcholine biosynthesis and cell proliferation in *Trypanosoma cruzi* by ajoene, an antiplatelet compound isolated from garlic, *Biochem. Pharmacol.* 45 (1993) 2381–2387.

(38)

Suet-Yen Sung et al. Control of bacteria growth on ready-to-eat beef loaves by antimicrobial plastic packaging incorporated with garlic oil. *Food Control* Volume 39, May 2014, Pages 214–221.

(39)

Meri P. Nantz et al. Supplementation with aged garlic extract improves both NK and $\gamma\delta$ -T cell function and reduces the severity of cold and flu symptoms: A randomized, double-blind, placebo-controlled nutrition intervention. *Clinical Nutrition* 31 (2012) 337-344.

(40)

S.H. Omar et al. Organosulfur compounds and possible mechanism of garlic in cancer. *Saudi Pharmaceutical Journal*. Volume 18, Issue 1, January 2010, Pages 51–58.

(41)

Iker Durak et al. Consumption of aqueous garlic extract leads to significant improvement in patients with benign prostate hyperplasia and prostate cancer. *Nutrition Research*. Volume 23, Issue 2, February 2003, Pages 199–204

(42)

Fleischauer AT et al. Garlic consumption and cancer prevention: meta-analyses of colorectal and stomach cancers. *Am J Clin Nutr.* 2000 Oct;72(4):1047-52.

(43)

Jeong, Jin-Woo et al. .N-benzyl-N-methyldecan-1-amine, a phenylamine derivative isolated from garlic cloves, induces G2/M phase arrest and apoptosis in U937 human leukemia cells. *Oncology Reports* Volume: 32 Issue: 1 Pages: 373-381. 2014.

(44)

Shasha Meng et al. No association between garlic intake and risk of colorectal cancer. *Cancer Epidemiology* 37 (2013) 152–155.

(45)

Coudron olivier et al. Guide des ordonnances de nutrition. Editions de santé. 2014.

(46)

Karin Ried et al. Effect of garlic on blood pressure: A systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovascular Disorders* 2008, 8:13 doi:10.1186/1471-2261-8-13

(47)

Eun-Soo Jung M.S.et al. Reduction of blood lipid parameters by a 12-wk supplementation of aged black garlic: A randomized controlled trial. *Nutrition xxx* (2014) 1–6

(48)

Ashraf R et al. Garlic (*Allium sativum*) supplementation with standard antidiabetic agent provides better diabetic control in type 2 diabetes patients. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* [2011, 24(4):565-570].

(49)

S Nakagawat et al. Prevention of liver damage by aged garlic extract and its components in mice. *Phytotherapy Research*. Volume 3, Issue 2, pages 50–53, 1989

(50)

Chukwuemeka R. Nwokocho et al. Comparative study on the efficacy of *Allium sativum* (garlic) in reducing some heavy metal accumulation in liver of wistar rats. *Food and Chemical Toxicology* 50 (2012) 222–226.

(51)

BC Mathew et al. Neuroprotective Effects of Garlic. A review. *Journal List.Libyan J Medv.*3(1);2008 PMC3074326.

(52)

Ning Zhang et al. Study on prebiotic effectiveness of neutral garlic fructan in vitro. *Food Science and Human Wellness* 2 (2013) 119–123.

(53)

N. A. Hussein et al. Poster 129: Effect of Garlic Versus Glucosamine Sulphate on Cartilage Degeneration and Clinical Manifestations in Patients with Knee Osteoarthritis. 2009 American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010, **11**:280

(54)

Passeportsante.net. Tout savoir sur l'ail dans nos assiettes. 2006.

http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=ail_nu

(55)

Gorinstein S1 et al. Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. *J Agric Food Chem.* 2005 Apr 6;53(7):2726-32.

(56)

CRIIRAD. Document CRIIRAD – CC – ALIM-Cont/Irr. Ne pas confondre aliments « contaminés » et aliments « irradiés » ou « ionisés ».

www.criirad.org/actualites/dossiers2005/irradiationaliments/docinfocriiradiat.pdf

(57)

Encyclopédie libre WIKIPEDIA. Irradiation des aliments. Mise à jour 2014.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Irradiation_des_aliments

(58)

Journal de l'environnement. L'irradiation des aliments sans danger, mais des points à éclaircir. 2011.

<http://www.journaldelenvironnement.net/article/l-irradiation-des-aliments-sans-danger-mais-des-points-a-eclaircir,22674>

(59)

Delincee H. Is it safe to eat irradiated food? Toxicological aspects. Société des experts-chimistes de France. Journées scientifiques annuelles, Strasbourg, FRANCE 1997, vol. 90, no 941 (105 p.) (57 ref.), pp. 331-346

(60)

Chevalier Laurent. Je mange sain, je maigris bien. Le régime du chasseur-cueilleur du XXI^e siècle. Le livre de poche. Fayard. 2011.

(61)

EurekaSanté. Ail. 2012.

<http://www.eurekasante.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/ail-allium-sativum.html>

(62)

Ahmet Sahbaz et al. Effect of intraabdominal administration of *Allium sativum* (garlic) oil on postoperative peritoneal adhesion. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 177 (2014) 44–47

(63)

Staub Hervé et al. *Traité approfondi de phyto-aromathérapie*. Grancher. 2013.

(64)

Meri P. Nantz et al. Supplementation with aged garlic extract improves both NK and $\gamma\delta$ -T cell function and reduces the severity of cold and flu symptoms: A randomized, double-blind, placebo-controlled nutrition intervention. *Clinical nutrition*. Volume 31, Issue 3, June 2012, Pages 337–344.

(65)

Jean Pélissier. L'Ail. <http://blog.jeanpelissier.com/lail/>