

Identifications chimique et physico-chimique des exsudats d'acacias

Constances et variabilité ;
chimiotaxonomie

Jean Claude FENYO,
Physicochimiste

Sylvie SERVANT-DUVALLET,
Physicochimiste

Marie-Claude VANDEVELDE,
Physicochimiste

Introduction : classification des acacias

Le genre *Acacia* appartient à la famille des *Leguminosae* et à la sous-famille des *Mimosoideae*. Plus de 1200 espèces composent ce genre divisé en six séries par Bentham (1875) : *Phyllodineae*, *Pulchellae*, *Botrycephalae*, *Gummiferae*, *Filicinae* et *Vulgares*, et en quinze sous-séries selon l'origine géographique, la morphologie de l'appareil végétatif et le type d'inflorescence.

Vassal (1972) a réalisé une nouvelle classification dans laquelle il a réarrangé les séries en trois sous-genres : *Heterophyllum*, *Acacia* et *Aculeiferum*. *Heterophyllum* regroupe les séries *Phyllodineae*, *Pulchellae* et *Botrycephaleae* et concerne des acacias australiens. Le sous-genre *Acacia* s'identifie à la série *Gummiferae*. Le groupe *Aculeiferum* comprend quant à lui les séries *Filicinae* et *Vulgares*. Cette

nouvelle nomenclature se base sur l'absence ou la présence d'épines et la morphologie de l'appareil végétatif.

■ Physiologie et gommose d'*Acacia senegal*

A. senegal appartient à la série *Vulgares* de Bentham et au sous-genre *Aculeiferum* selon Vassal. Des espèces telles que *A. catechu*, *A. laeta*, *A. modesta* et *A. nigrescens* sont également identifiées comme appartenant à cette série. *A. senegal* (ou *A. vereke*) est un arbuste dont la hauteur ne dépasse pas 6-8 mètres. Il est principalement présent en Afrique et s'étend à travers le Sahel, d'ouest en est, des côtes mauritaniennes et sénégalaises, jusqu'à la Somalie et la Mer Rouge. Sa durée de vie est relativement brève, de l'ordre de 20 à 25 ans. Il pousse préférentiellement sur des sols sablonneux et secs des terrassements et des dunes. Il ne constitue pas réellement de forêts, mais se mélange à d'autres espèces en plus ou moins grand nombre. Il connaît trois stades au cours d'une année (Sène, 1988) : feuillaison, floraison, et fructification. La feuillaison a une durée de sept mois, elle commence au début de l'hivernage (juillet) et se termine en pleine saison sèche. La floraison a lieu en septembre et octobre. La période de la fructification s'étend d'octobre à février.

La gomme peut s'écouler de blessures naturelles (gomme sauvage : gomme "wady" au Soudan) mais la plus grosse production provient d'arbres incisés volontairement. La saignée ou "tapping" est effectuée sur des arbres âgés de 5 à 15 ans pendant la saison sèche (novembre à mars), alors que l'arbre est dans sa phase de défoliation. Le gemmage consiste à enlever des lambeaux d'écorce de 40 à 50 cm de long et de 4 à 5 cm de large sur les branches à l'aide d'un outil appelé "ferrar".

Cette saignée doit rester superficielle pour ne pas atteindre le cambium. En effet, le cambium constitue l'assise génératrice du phloème, sa lésion se traduit par une absence de gommose et peut aboutir à la

mort de l'arbre. La scarification doit avoir lieu en période chaude et sèche sur un arbre qui a perdu les 2/3 de son feuillage et dont la couleur a changé.

L'exsudation de gomme débute quelques jours après la blessure, mais la cueillette ne se fait que dans les 4 à 6 semaines suivantes. Usuellement, on effectue 3 à 6 récoltes par saison sèche. Des chiffres tirés de Mouret (1987) permettent d'évaluer la productivité gommère annuelle d'un *A. senegal*. Ainsi, on observe un plus fort rendement sur des arbres âgés de 7 à 12 ans. On récolte en moyenne de 100 à 300 g de gomme par arbre. Dans le cas de producteurs exceptionnels, on peut même récolter jusqu'à un kilogramme. Des arbres producteurs classiques produisent de 30 à 40 kg par an de gomme par hectare pour des peuplements faiblement boisés. La production peut atteindre jusqu'à 100 kg par hectare et par an pour des peuplements plus denses.

Bien que l'on ait corrélé, dès 1884, l'exsudation de gomme à la présence d'une blessure, on n'explique toujours pas le phénomène de gommose de façon certaine au plan fondamental. Ullmann (1983) et Mouret (1987) ont relié la gommose à une invasion parasitaire ou/et à des conditions de croissance défavorables. Gaye (1988) associe la blessure et un état de stress pour expliquer l'apparition de gomme. D'après ce chercheur, l'exsudation serait une réaction physiologique due à un stress caractérisé par une température élevée, par un manque d'eau dans le sol et par la chute des feuilles, par conséquent par l'absence de photosynthèse. Les éléments nécessaires à la multiplication cellulaire responsable de la cicatrisation ne pouvant être élaborés, il y aurait alors exsudation de gomme pour refermer la blessure.

Jusqu'à présent, la gommose a été le plus souvent expliquée à partir d'observations macroscopiques n'apportant pas d'éléments sur le processus de biosynthèse. D'après des observations microscopiques, Vassal (1972) a montré la présence de gomme dans le cytoplasme sans qu'il y ait pour autant modification de la paroi de la cellule. Il en a déduit que la gomme n'a pas comme origine les polysaccharides pariétaux. Cela a été confirmé par Joseleau (1983) et Joseleau et Ullmann (1985). Ces derniers ont mis en évidence une forte activité amylasique suggérant une participation des réserves en amidon de l'arbre à la biosynthèse de la gomme. Ces travaux ont

également montré la présence d'une activité uridyl-diphosphate galactose transférase, enzyme responsable du transport des UDP-Gal à partir des nucléotides et de leur transfert sur les polymères en voie de formation. Enfin, Joseleau et Ullmann (1985) considèrent que la formation de la gomme est la conséquence d'un mécanisme génétique programmé correspondant à un fonctionnement physiologique normal, dont ils ont proposé une théorie synthétique. Ce qui est en accord avec Malcolm (1936) qui pensait que les gommiers ne pouvaient pas tous être considérés comme malades. Le stress, qu'il soit traumatique (conditions de croissance défavorable), parasitaire ou même mécanique, ne serait alors responsable que de l'épanchement de la gomme et non de sa biosynthèse.

Mouret (1987) complète et confirme les travaux de Joseleau et Ullmann sur les modalités histologiques de la gommose. En effet, ses recherches ont permis de localiser de façon précise le siège de la gommose au niveau du liber et d'en préciser le processus, c'est-à-dire la modification des tissus consécutive dans tous les cas à une blessure. Cette transformation tissulaire touche les tissus adjacents à la plaie, ce qui met en évidence le caractère cicatrisant de la gomme. Mouret n'exclut cependant pas la possibilité qu'un stress physiologique tel qu'un déficit hydrique puisse induire également l'apparition de gomme. Elle a souligné la transformation gommeuse des cellules riches en réserves amylacées, ce qui va dans le même sens que les travaux de Joseleau et Ullmann (1985).

Même si l'on connaît un peu mieux le mécanisme d'apparition de la gomme, et si la contribution des réserves amylacées à l'élaboration de la gomme semble incontestable, il n'en est pas moins vrai que les étapes chimiques de la gommose ne sont pas élucidées.

Composition des gommages d'acacias

Anderson et Karamalla (1966) ont démontré qu'il est possible d'identifier un exsudat par des méthodes chimiques et physico-chi-

miques. Ils ont ainsi caractérisé de nombreux exsudats d'acacias. Cette identification nécessitant de trop nombreuses expériences, Anderson (1976) a proposé comme critères systématiques le pouvoir rotatoire spécifique à 589 nm, la viscosité intrinsèque dans NaCl 1M et, si cela s'avère nécessaire, la teneur en azote, la masse équivalente en acide, voire d'autres paramètres.

Nous avons réalisé une compilation des données pour 134 exsudats d'acacias cités dans la littérature et qui figure dans l'annexe de cet ouvrage. Il apparaît nettement que ces paramètres analytiques permettent de distinguer une espèce d'acacia des autres. Si l'on s'en tient à ce que préconise Anderson, des différences importantes sont à noter notamment pour le pouvoir rotatoire spécifique qui peut être positif ou négatif suivant l'espèce. Il est compris entre -77 degrés pour *A. parramattensis* et + 108 degrés pour *A. nilotica*. On observe également une grande dispersion des valeurs de viscosité intrinsèque qui se situent entre 4 et 69 ml.g⁻¹. Ces valeurs extrêmes concernent d'une part *A. georginae* et d'autre part *A. torulosa* B. En ce qui concerne la teneur en azote, son pourcentage se situe entre 0,02 % pour *A. nilotica* et 9,40 % pour *A. hebeclada*, mais il faut remarquer qu'il est généralement inférieur à 1,5 % pour la majorité des espèces. De même, la masse équivalente varie de 475 à 4300, attribuées respectivement à *A. leptostachya* et à *A. filicifolia*.

Pour une même espèce, on peut observer une constance pour certains paramètres, notamment le pouvoir rotatoire spécifique, la masse équivalente et la composition en sucre. Ces paramètres sont des propriétés intrinsèques à l'espèce, mais ceci n'est pas absolu. Par contre, d'autres paramètres varient selon les échantillons, comme la viscosité. Ces valeurs pourront donc permettre de classer, non pas sur le plan botanique mais sur le plan chimique, différentes espèces d'acacias (Anderson, 1976). Notons que les comparaisons entre des paramètres pris un à un ne sont pas significatives.

A l'exception d'*A. senegal*, les exsudats décrits pour d'autres espèces dans le tableau en annexe proviennent d'échantillons récoltés spécialement pour leur analyse sans que la production de gomme ne soit significative ; on n'a pas relevé dans la littérature de données pour les séries *Pulchellae* et *Filicinae*, sans que cela ne signifie forcément que ces arbres ne soient pas potentiellement gommifères.

Variabilité de la gomme d'*Acacia senegal*

Le tableau 1 récapitule les différentes caractéristiques moyennes de la seule espèce qui présente de l'intérêt pour la production commerciale de gomme, par ses propriétés et sa disponibilité : *A. senegal*. En raison de ces variations, et afin de caractériser plus précisément la "gomme arabique" (terminologie commerciale), la Division de la politique pour l'alimentation et la nutrition de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture a envisagé de nouvelles spécifications en ajoutant le terme "proche" (closely) à une définition antérieure (JECFA-FAO, 1990) et en établissant des fourchettes qui n'existaient pas auparavant pour le pouvoir rotatoire et la teneur en azote, respectivement -34 à -26 degrés et 0,27 % à 0,39 % : « les produits "acceptables" proviennent d'*A. senegal* L. Willdenow

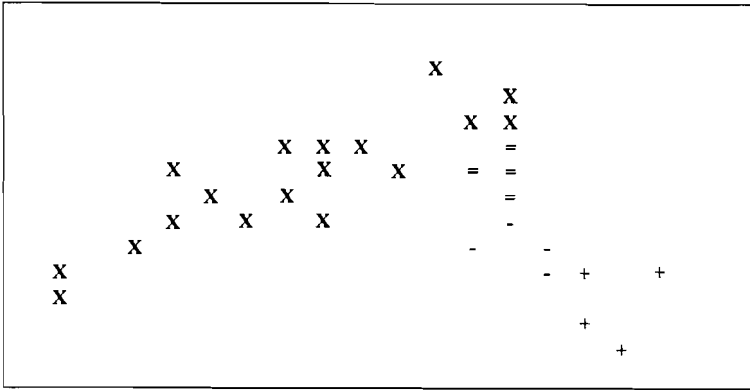
Paramètres	Unité	Caractéristiques moyennes
Cendres	%	3,9
Azote	%	0,29
Méthoxyde	%	0,25
Pouvoir rotatoire spécifique (589 nm, NaCl 1M)	degrés	- 30
Viscosité intrinsèque (NaCl 1M)	ml.g ⁻¹	15 à 30
Masse équivalente		1250
Acide 4-O méthylglucuronique	%	1,5
Acide glucuronique	%	14,5
Galactose	%	44
Arabinose	%	27
Rhamnose	%	13

Tableau 1
Caractérisations moyennes de l'exsudat d'*Acacia senegal*.

ou d'espèces proches d'*Acacia* de la famille des Légumineuses avec un pouvoir rotatoire spécifique compris entre -26 et -34 degrés et une teneur en azote de 0,27 % à 0,34 % ».

Pour examiner ces nouvelles spécifications, ont été proposées de nouvelles études chémométriques par des méthodes d'analyse statistique (Varmuza et Lohninger, 1990). Ces techniques consistent à représenter mathématiquement dans un espace multidimensionnel n paramètres expérimentaux et à projeter sur un plan les agrégats ainsi obtenus. Par exemple, neuf paramètres physiques et chimiques (masse équivalente, pourcentage d'azote, composition en sucres (galactose, arabinose, rhamnose et acides glucuronique et 4-O-méthylglucuronique), pouvoir rotatoire et viscosité intrinsèque) concernant les séries *Vulgares* et *Gummiferae* du genre *Acacia* et les gommages d'*Albizia* et de *Combretum* ont été soumis à une analyse statistique afin de permettre la distinction entre toutes ces gommages. Les gommages d'*Albizia* et de *Combretum* se distinguent fortement d'une part entre elles et d'autre part des autres gommages d'*Acacia*. En ce qui concerne les séries *Vulgares* et *Gummiferae*, la distinction est moins nette. En effet, il existe une intersection au niveau des frontières notamment pour *A. senegal* et *A. seyal*, ce qui confirme que ces deux gommages peuvent être considérées comme relativement proches (Jurasek *et al.*, 1993a) (fig. 1).

Une autre étude chémométrique est essentiellement basée sur la composition en acides aminés et la teneur en azote de la gomme arabique commerciale d'échantillons d'*A. senegal* authentifiés, d'*Acacias* australiens de la série *Phyllodineae* Benth, d'*A. seyal* et de gomme de *Leucaena*. Cette dernière, qui appartient au groupe des arabinogalactanes-protéines, est intégrée à cette étude parce qu'elle présente une ressemblance chimique remarquable avec la gomme arabique (pouvoir rotatoire et proportions galactose/arabinose/rhamnose similaires) mais n'appartient pas au genre *Acacia*. Les auteurs parviennent à distinguer la gomme arabique des autres gommages d'*Acacia* non originaires d'Afrique et de la gomme de *Leucaena*. Ils confirment la forte ressemblance entre *A. seyal* et *A. senegal* et concluent que le pourcentage d'azote seul n'est pas déterminant pour la distinction des acacias entre eux, mais qu'il est nécessaire de prendre en compte les proportions des amino-acides individuels.



■ Figure 1

Exemple de représentation chémométrique
(d'après Jurasek *et al.*, 1993a).

X : Gummiferae ; = Vulgares ; - Albizia ; + Combretum.

Les symboles représentés sont la projection sur un plan de l'analyse par la méthode des composantes principales (Varmuza et Lohninger, 1990) de neuf paramètres physico-chimiques des gommés exsudées par ces espèces.

L'objectif de ces études chémométriques (Jurasek *et al.*, 1993a, b ; 1995 ; Biswas et Phillips, 1993) est d'établir une méthode qui prenne en compte la variabilité connue du produit afin d'éviter l'adultération par des arabinogalactanes-protéines ou autres espèces qui ne sont pas autorisées pour des utilisations alimentaires. Ces traitements mathématiques présentent un intérêt académique, mais ils sont lourds et ne paraissent pas très utiles pour discriminer des échantillons dans la mesure où, souvent, la mesure du pouvoir rotatoire suffit (par exemple pour *A. senegal* et *A. seyal*) et que des analyses chimiques et physico-chimiques complexes restent nécessaires dans le cas de mélanges.

On s'est récemment interrogé sur les différences éventuelles entre des échantillons provenant de sous-espèces d'*A. senegal*, en particulier d'Afrique de l'Est, pour lesquelles des authentications d'origine botanique n'existent pas (Kenya, Ouganda, Tanganyka, Soudan, Somalie, Nigeria) : var. *senegal* Brenan, var. *kerensis* Schweinf, var. *lieorachis* Brenan et var. *leiorachis*. Il a été observé une très légère variabilité de quelques paramètres (pouvoir rotatoire, viscosité, azote) sans que cela apparaisse significa-

tif (Chikamai et Banks, 1993 ; Mhinzi et Mrosso, 1995). De même, par exemple, la coloration plus ou moins rouge de gommés est attribuable aux variations de leur contenu en fer, sans que les autres propriétés, y compris technologiques, ne soient perturbées (Vandeveldé, 1986).

Nous avons nous-mêmes mesuré systématiquement les viscosités, pouvoirs rotatoires et taux d'azote sur une centaine d'échantillons authentifiés, en provenance de la station expérimentale de M'Biddi, récoltés pendant les deux saisons sèches de 1989-1990 et 1990-1991. Nous y avons observé une grande variabilité de ces paramètres, qui amènent à s'interroger quant aux spécifications de la JECFA/FAO : en effet, seuls 53 % des pouvoirs rotatoires et 55 % des taux d'azote sont inclus dans les spécifications, 34 % des échantillons étudiés vérifient à la fois les deux limites, 42 % remplissent une seule des deux spécifications et 24 % sont hors des normes (fig. 2) (Vassal, 1992 ; Duvallé *et al.*, 1993 ; Servant-Duvallé, 1994).

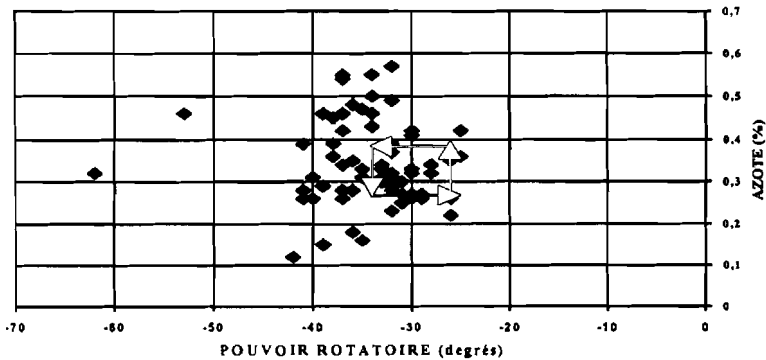


Figure 2
 Pourcentage d'azote en fonction du pouvoir rotatoire pour 71 échantillons de gomme authentifiés (Vassal, 1992 ; Duvallé *et al.*, 1993 ; Servant-Duvallé, 1994). Le rectangle indique les limites spécifiées par les normes JECFA-FAO (1990).

Afin de déceler une éventuelle corrélation entre les paramètres physico-chimiques et le milieu, nous avons confronté les résultats concernant les valeurs moyennes de la viscosité, du pouvoir rotatoire et du pourcentage d'azote avec les données moyennes relatives à la température et à l'hygrométrie aux dates de récoltes correspondantes (période novembre 1989/mars 1990). Aucune relation significative n'a été mise en évidence (Vassal, 1992).

Conclusions et perspectives

La compréhension de la variabilité et des différents processus passe par la connaissance du processus de gommose. La possibilité d'hétéropolymolécularité de la gomme a été soulevée en premier par Anderson et Karamalla (1966), Anderson et Stoddart (1966) et Anderson *et al.* (1966; 1967). On a montré, depuis, que les exsudats d'*A. senegal* sont composés d'au moins quatre entités : un arabinogalactane, un complexe arabinogalactane-protéine et une ou deux glycoprotéines (Osman *et al.*, 1993). Nous avons proposé un modèle de structure en épi ("wattle-blossom model"), déjà connu pour le complexe AGP de l'albumen de blé, qui rend bien compte des variations des paramètres (fig. 3) (Connolly, 1988; Connolly *et al.*, 1988) et qui semble maintenant bien admis, tant pour expliquer les variations observées que les propriétés de la gomme (Chikamai *et al.*, 1996).

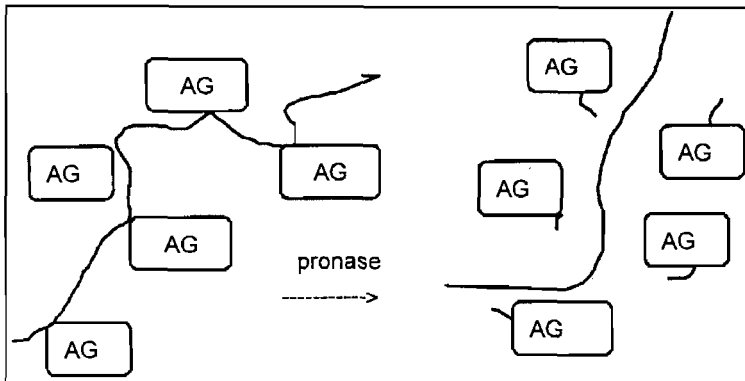
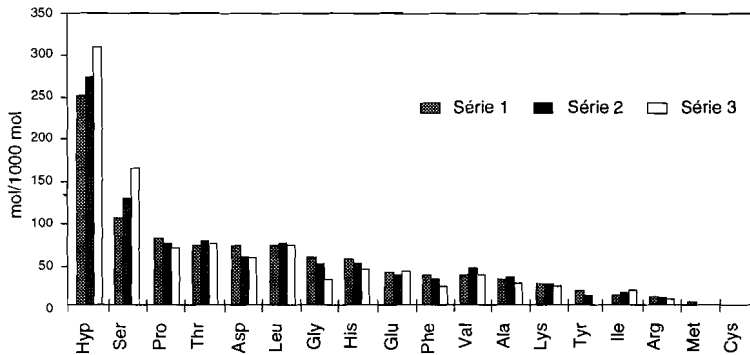


Figure 3

Structure de l'arabinogalactane-protéine de l'exsudat d'*A. senegal* (Connolly *et al.*, 1988). A gauche, la glycoprotéine ($M = 1000$ kDa) avec les chaînes d'arabinogalactane (AG) fixées sur la chaîne peptidique. A droite, résultat de l'action de la pronase. Le polysaccharide libéré a une masse moléculaire de 200 kDa.

Les exsudats d'acacias comportent tous cette protéine, en quantités variables, mais avec une composition en amino-acides, principalement l'hydroxyproline et la sérine, sensiblement constante (Anderson *et al.*, 1985; Connolly *et al.*, 1988; Randall *et al.*, 1989) (fig. 4).



■ Figure 4

Spectre des acides aminés de gommages d'*A. senegal*
 (série 1 : Randall *et al.*, 1989 ; série 2 : Anderson *et al.*, 1985 ;
 série 3 : Connolly *et al.*, 1988).

La localisation tissulaire et l'élucidation du rôle de cette protéine dans la biosynthèse des polysaccharides chez différentes espèces permettraient de mieux appréhender les corrélations entre la diversité génétique et les propriétés chimiques et physico-chimiques des gommages.

Bibliographie

ANDERSON (D. M. W.),
 KARAMALLA (K. A.), 1966 -
 Studies on uronic acid materials -
 Part XII: The composition of *Acacia*
 gum exudates. *J. Chem. Soc. (C)* :
 762-764.

ANDERSON (D. M. W.),
 STODDART (J. F.), 1966 -
 Studies on uronic acid materials -
 Part XV: The use of molecular sieve
 chromatography in studies on
Acacia senegal gum (gum arabic).
Carbohydr. Res. 2 : 104-114.

ANDERSON (D. M. W.),
 HIRST (E.), STODDART (J. F.), 1966 -
 Studies on uronic acid materials -
 Part XVII : Some structural features

of *Acacia senegal* gum (gum arabic).
J. Chem. Soc., (C) : 1959-1966.

ANDERSON (D. M. W.), HIRST (E.),
 RAHMAN (S.), STAINBY (G.), 1967 -
 Studies on uronic acid materials -
 Part XVIII : Light scattering studies
 on some molecular weight fractions
 from *Acacia senegal* gum.
Carbohydr. Res., 3 : 308-317.

ANDERSON (D. M. W.), 1976 -
 "Méthodes analytiques pour
 l'identification d'exsudats de
 gomme provenant de différentes
 espèces d'Acacias." In Actes
 du IVe Symposium international
 sur les gommages et colloïdes
 végétaux naturels hydrosolubles

- IRANEX S.A. éd., Marseille,
5-8 novembre 1976 : 115-130.
- ANDERSON (D. M. W.), HOWLETT (J. F.),
McNAB (C. G. A.), 1985 -
The amino-acid composition
of gum arabic (*Acacia senegal* (L.)
Willd.). *Food Additives and
Contaminants* 2 (3) : 159-164.
- BENTHAM (G.), 1875 -
Revision of the suborder *Mimoseae*.
Trans. Linn. Soc. London,
30 : 335-668.
- BISWAS (B.), PHILLIPS (G. O.), 1993 -
Classification of natural gums.
V. Identification of commercial gum
arabic from Africa by Euclidian
modelling. *Food Hydrocolloids*,
7 (6) : 507-520.
- CHIKAMAI (B. N.), BANKS (W. B.),
1993 - Gum arabic from *Acacia
senegal* (L) Willd in Kenya.
Food Hydrocolloids, 7 (6) : 521-534.
- CHIKAMAI (B. N.),
BANKS (W. B.), ANDERSON (D. M. W.),
WEIPING (W.), 1996 -
Processing of gum arabic
and some new opportunities.
Food Hydrocolloids 10 (3) : 309-316.
- CONNOLLY (S.), 1988 -
*Etude biochimique
et physicochimique de gommés
végétales exsudées par Acacia
senegal et Combretum nigricans*.
Thèse de Doctorat,
Université de Rouen, 170 p.
- CONNOLLY (S.), FENYO (J. C.),
VANDELDE (M. C.), 1988 -
Effect of a proteinase on the
macromolecular distribution of
Acacia senegal gum. *Carbohydr.
Polym.*, 8 (1) : 23-32.
- CONNOLLY (S.), FENYO (J. C.),
VANDELDE (M. C.), 1988 -
Effet de la pronase sur
la composition en acides aminés de
la gomme arabique. *C.R. Soc. Biol.*,
81 : 683-687.
- DUVALLET (S.), FENYO (J. C.),
VANDELDE (M. C.), 1993 -
The characterization of gum arabic
from an experimental field of Ferlo
(North Senegal). *Food Hydrocolloids*,
7 (4) : 319-326.
- GAYE (C. S.), 1988 -
« Comportement de *Acacia senegal*
en plantation et dans la nature
au Sahel sénégalais. Perspectives
d'avenir des reboisements
gommiers. » In Sygga III, actes
du troisième symposium sous-régional
sur le gommier et la gomme arabique,
Saint-Louis, Sénégal,
25-28 octobre 1988 : 139-169.
- JECFA-FAO, 1990 -
The definition and characterization of
Gum Arabic. *Food and Nutrition
paper*, 49 : 23-25.
- JOSELEAU (J. P.), 1983 -
« Sur les hypothèses de l'origine
biochimique de la gomme. »
In Acquisitions récentes dans
le domaine des hydrocolloïdes
végétaux naturels, Ile de Bendor,
6-8 mai 1983, Presses Universitaires
d'Aix-Marseille, 19-29.
- JOSELEAU (J. P.),
ULLMANN (G.), 1985 -
A relationship between starch
metabolism and the synthesis
of gum arabic. *Bull. IGSM*,
13 : 46-54.
- JURASEK (P.), KOSIK (M.),
PHILLIPS (G. O.), 1993a -
A chemometric study of the *Acacia*
(gum arabic) and related natural
gums. *Food Hydrocolloids*,
7 (1) : 73-85.
- JURASEK (P.), KOSIK (M.),
PHILLIPS (G. O.), 1993b -
The classification of natural gums.
Part II - Characterization of the gum
arabic of commerce based on a
chemometric study of amino-acid
composition. *Food Hydrocolloids*,
7 (1) : 157-174.

JURASEK (P.), VARGA (S.),
PHILLIPS (G. O.), 1995 -
Classification of natural gums.
VII. Relationships between
the series Vulgares (*Acacia
senegal*) and Gummiferae
(*Acacia seyal*). *Food Hydrocolloids*,
9 (1) : 17-34.

MALCOLM (D. W.), 1936 -
Report on Gum and Gum Arabic,
Dar-es-Salaam, Gov. Printer.

MHINZI (G. S.),
MROSSO (H. D. J.), 1995 -
Studies on Tanzanian
Acacia gums. Part 3. Some
properties of gum exudates
from the series Vulgares and
Gummiferae. *Food Chemistry*,
54 : 261-264.

MOURET (M.), 1987 -
*Les Acacias gommiers, essais
expérimentaux, recherches
histologiques sur la gomme*.
Thèse de 3^e Cycle, Université Paul
Sabatier, Toulouse, 183 p

OSMAN (M. E.), MENZIES (A. R.),
WILLIAMS (P. A.), PHILLIPS (G. O.),
BALDWIN (T. C.), 1993 -
The molecular characterisation
of the polysaccharide gum from
Acacia senegal. *Carbohydr. Res.*,
246 : 303-318.

RANDALL (R. C.), PHILLIPS (G. O.),
WILLIAMS (P. A.), 1989 -
Fractionation and characterisation
of gum from *Acacia senegal*.
Food Hydrocolloids, 3 (1) : 66-75.

SENE (A.), 1988 -
*Recherches sur la productivité
gommère d'Acacia senegal dans
le Nord-Ferlo (Sénégal)*. Thèse de
3^e Cycle, Université Paul Sabatier,
Toulouse, 243 p.

SERVANT-DUVALLET (S.), 1994 -
*Variabilité des propriétés physico-
chimiques d'exsudats d'Acacia
senegal (gomme arabique) d'une
plantation expérimentale au Ferlo
(Sénégal). Modification des chaînes*.
Thèse de Doctorat, Université
de Rouen, 188 p.

ULLMANN (G.), 1983 -
*Etude de la structure et
de la biosynthèse d'un exsudat
naturel de plante d'importance
industrielle : la gomme arabique*.
Thèse de docteur-ingénieur,
Université Scientifique et Médicale
de Grenoble, 223 p.

VANDEVELDE (M. C.), 1986 -
*Contribution à l'étude
physicochimique d'un polyélectrolyte
naturel : la gomme arabique,
exsudat d'Acacia senegal*. Thèse
de Doctorat, Université de Rouen,
198 p.

VARMUZA (K.),
LOHNINGER (H.), 1990 -
"Principal component analyses of
chemical data." *In* PC's for
the Chemist, (D.) Hadzi, (J.) Zupan
éds. Elsevier, Amsterdam : 43.

VASSAL (J.), 1972 -
Apport des recherches ontogéniques
et séminologiques à l'étude
morphologique, taxonomique
et phylogénique du genre *Acacia*.
Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse,
108 : 125-247.

VASSAL (J.), 1992 -
*Modélisation du comportement
de populations artificielles d'Acacias
gommiers (Acacia senegal) dans
le Ferlo sénégalais*. Compte-rendu
de fin d'étude, décision d'aide
n° 88L-0465, Ministère de la
recherche et de la technologie.

Annexe

Caractéristiques physico-chimiques d'exsudats d'acacias

Nom	Réf*	Origine	[α]	[η]	% N	M eq	Ac Gluc %	Ac 4-O-Me Gluc %	Gal %	Ara %	Rh %
série de Bentham <i>Phyllodinae</i>											
<i>A. aestivalis</i>	45	Australie	-18	6,5	0,20	1310	0,5	13	66	20	1
<i>A. calamifolia</i>	14	Australie	+ 4	5,8	2	2430	2	5	84	8	1
<i>A. chrysellae</i>	17	Australie	+ 1	4,7	0,11	2720	4	2,5	72	16	5
<i>A. cyanophylla</i>	20	Afr. du Sud	-20			740	24		46	8	21
<i>A. cyclops</i>	26	Australie	-21	7	0,08	890	16,5	3,5	68	5	7
<i>A. difformis</i>	14	Australie	- 5	6,2	1,5	3420	1,5	3,5	75	19	1
<i>A. difformis</i>	16	Australie	- 9			3400	5		73	20	2
<i>A. falcata</i>	14	Ecosse	+9	5,1	1,8	2290	5	3	85	7	tr
<i>A. georginae</i>	26	Australie	- 8	4	0,44	610	14,5	14,5	61	6	4
<i>A. implexa</i>	26	Australie	-31	11	0,09	680	23,5	2,5	51	2	23
<i>A. jennerae</i>	17	Australie	- 8	6,5	0,11	2450	3,5	2,5	69	22	2
<i>A. longifolia I</i>	10	Afr. du Sud	-28				21		57	4	18
<i>A. longifolia II</i>	10	Afr. du Sud	-31				22	tr	50	5	23
<i>A. mabellae</i>	14	Australie	+ 4	5,8	1,7	2870	3,5	2,5	76	17	1
<i>A. microbotrya A</i>	17	Australie	+ 4	5,4	0,09	2980	2	4	74	17	2
<i>A. microbotrya B</i>	17	Australie	+ 4	6,7	0,06	2730	2,5	4	74	17	2
<i>A. microbotrya C</i>	17	Australie	- 5	6,6	0,16	2110	5	3,5	72	19	tr
<i>A. microbotrya D</i>	17	Australie	- 3	5,9	0,16	2190	4,5	3,5	69	21	3

[α] : pouvoir rotatoire spécifique à 589 nm dans H₂O ou NaCl 1M (25° C); [η] : viscosité intrinsèque dans NaCl 1M (25° C); % N : pourcentage massique d'azote; M eq : masse d'échantillon pour un équivalent acide; % Ac Gluc, Ac 4-O-Me Gluc, Gal, Ara, Rh : pourcentages massiques respectifs d'acides glucuronique et 4-O-méthyl glucuronique, galactose, arabinose et rhamnose.

* Voir références bibliographiques en page 348.

Nom	Réf*	Origine	[α]	[η]	% N	M eq	Ac Gluc %	Ac 4-O-Me Gluc %	Gal %	Ara %	Rh %
<i>A. microbotrya E</i>	17	Australie	- 7	6,6	0,14	2310	5	2,5	71	21	tr
<i>A. murrayana (D)</i>	26	Australie	-24	14	4,2	520	17	17	58	8	tr
<i>A. murrayana (NE)</i>	26	Australie	- 9	17	2,7	540	20	13	59	6	2
<i>A. new P.31</i>	26	Australie	-32	6	0,23	560	30,5	2,5	46	5	16
<i>A. podalyriaefolia</i>	7	Afr. du Sud	+ 5				5		79	15	1
<i>A. pycnantha</i>	16	Afr. du Sud	- 7			3700	5		67	26	2
<i>A. resinomarginea</i>	30	Australie	+ 5	4,5	0,83	630	7,5	7,5	65	7	tr
<i>A. retinodes</i>	14	Uruguay	+ 1	9,5	2,1	1770	7,5	2,5	76	12	2
<i>A. rostelifera</i>	26	Australie	+90	10	0,18	690	21	5	58	12	4
<i>A. rubida</i>	14	Australie	-25	9,7	2	3010	4,5	1,5	63	30	1
<i>A. saliciformis</i>	26	Australie	-54	39	1,2	1400	6,5	6,5	55	26	6
<i>A. saligna</i>	11	Afr. du Sud	-24				25		45	7	23
<i>A. xanthina</i>	26	Australie	+20	11	0,67	910	12,5	6,5	52	29	tr
série de Benthams <i>Botryocephalae</i>											
<i>A. baileyana</i>	7	Afr. du Sud	+ 7				4		80	12	4
<i>A. dealbata</i>	20	Tanganyika	-25	21,5	0,61	1840	9,5		41	41	6
<i>A. dealbata l</i>	21	Afr. du Sud	+ 3	7,6	0,28	2310	2,1	5,5	62	21	9
<i>A. dealbata subalpi</i>	9	Australie	- 1	5	0,4	2670	4	3	71	18	4
<i>A. deanei</i>	2	Australie	-66	12,5	1,25	1350	8,5	4,5	38	43	6
<i>A. deanei paucijuga</i>	9	Australie	-66	13	1,3	1350	9	4,5	38	43	6
<i>A. deanei paucijuga</i>	9	Australie	-70	20	0,8	1175	13	2,5	30	43	12
<i>A. decurrens</i>	1	Afr. du Sud	-46			3300					
<i>A. elata</i>	7	Afr. du Sud	+ 6				3		77	17	3

[α] : pouvoir rotatoire spécifique à 589 nm dans H₂O ou NaCl 1M (25° C); [η] : viscosité intrinsèque dans NaCl 1M (25° C); % N : pourcentage massique d'azote; M eq : masse d'échantillon pour un équivalent acide; % Ac Gluc, Ac 4-O-Me Gluc, Gal, Ara, Rh : pourcentages massiques respectifs d'acides glucuronique et 4-O-méthyl glucuronique, galactose, arabinose et rhamnose.

* Voir références bibliographiques en page 348.

Nom	Réf*	Origine	[α]	[η]	% N	M eq	Ac Gluc %	Ac 4-O-Me Gluc %	Gal %	Ara %	Rh %
<i>A. erubescens</i>	23	Afr. du Sud	-31	8	1,08	874	11,7	8,4	39	17	12
<i>A. filicifolia</i>	7	Australie	+7			4300	4		81	14	1
<i>A. filicifolia I</i>	2	Australie	+4	4,2	0,27	4260	1,4	2,8	80	15	1
<i>A. filicifolia II</i>	2	Australie	-10	6,3	0,29	4070	1,7	2,6	76	18	2
<i>A. filicifolia III</i>	2	Australie	-2	6,4	0,21	3610	1,8	3,1	77	16	2
<i>A. irrorata</i>	30	Australie	-49	14	1,57	1070	14	14	44	30	9
<i>A. leucoclada</i>	2	Australie	-4	4,4	0,04	2890	1,8	4,0	80	12	2
<i>A. mearnsii</i>	7	n.d.	-49				9		38	45	7
<i>A. mearnsii</i>	1	Afr. du Sud	-55			1800					
<i>A. mearnsii</i>	3	Jamaïque	-61				12,1				
<i>A. mollissima</i>	13	Afr. du Sud	-49			1900	9		38	45	7
<i>A. parramattansii I</i>	2	Australie	-49	15,1	1,17	1255	9,0	5	38	42	6
<i>A. parramattansii II</i>	2	Australie	-77	23	1,55	1175	8,4	7,4	39	41	4
<i>A. parvipinnula</i>	2	Australie	-54	12	1,01	1200	9,7	5	40	40	5
<i>A. silvestris</i>	2	Australie	-8	6,1	0,21	1255	6,0	8	71	12	3
<i>A. terminalis</i>	2	Afr. du Sud	+5	6,4	0,55	3850	2,0	2,6	82	12	1
<i>A. trachyphloia</i>	2	Australie	-56	16,6	1,03	1415	6,3	6,1	56	27	5
série de Bentham <i>Phyllodinae</i> sous-série <i>Juliflorae</i>											
<i>A. auriculiformis</i>	22	Nlle Guinée	+19	22	1,14	590	19,5	10,2	58	9	3
<i>A. difficilis</i>	30	Australie	-40	18	7,5	930	17	2	50	30	1
<i>A. difficilis A</i>	18	Australie	-40	18	7,5	930	2	17	50	30	tr
<i>A. difficilis B</i>	18	Australie	-10	30	8,5	530	8	25	49	21	tr
<i>A. dimidiata</i>	18	Australie	-1	26	0,26	2150	6,5	15	49	39	4
<i>A. eriopoda</i>	18	Australie	+5	19	6,7	1180	9	8	18	67	tr
<i>A. holosericea</i>	22	Nlle Guinée	+3	19	0,28	1010	14,5	2,8	56	20	6

[α] : pouvoir rotatoire spécifique à 589 nm dans H₂O ou NaCl 1M (25° C); [η] : viscosité intrinsèque dans NaCl 1M (25° C); % N : pourcentage massique d'azote; M eq : masse d'échantillon pour un équivalent acide; % Ac Gluc, Ac 4-O-Me Gluc, Gal, Ara, Rh : pourcentages massiques respectifs d'acides glucuronique et 4-O-méthyl glucuronique, galactose, arabinose et rhamnose.

* Voir références bibliographiques en page 348.

Nom	Réf*	Origine	[α]	[η]	% N	M eq	Ac Gluc %	Ac 4-O-Me Gluc %	Gal %	Ara %	Rh %
<i>A. leptostachya</i>	22	Australie	+58	16,7	0,66	475	23,6	13,4	54	7	2
<i>A. maidenii</i>	18	Australie	-37	20	1,3	650	24	3	51	6	17
<i>A. mangium</i>	22	Malaisie	+36	27,7	0,98	545	23,2	9	56	10	2
<i>A. pubifolia</i>	22	Australie	-58	25,6	1,66	680	18,7	7,2	46	25	3
<i>A. stipuligera</i>	18	Australie	-19	21	6,3	610	0	29	46	25	tr
<i>A. torulosa B</i>	18	Australie	-41	69	7,2	957	10	9	53	28	tr
<i>A. tumida A</i>	18	Australie	-48	11	6,0	660	2	25	44	29	tr
<i>A. tumida B</i>	18	Australie	-9	30	7,1	480	4	33	49	14	tr
série de Bentham <i>Gummiferae</i>											
<i>A. arabica</i>	20	Soudan	+100	12,5	0,07	2370	7,4		36	54	0,4
<i>A. calcigera</i>	19	Australie	+97	15	0,15	1430	7,5	4,5	34	54	tr
<i>A. drepanolobium</i>	20	Tanganyika	+75	16,6	1,12	2060	8,6		26	56	1
<i>A. drepanolobium</i>	25	Tanganyika	+78		1,11	1976	7	2	38	52	1
<i>A. ehrenbergiana A</i>	19	Mali	-7	7	0,09	1060	12	5	56	17	10
<i>A. ehrenbergiana B</i>	19	Mali	-9	8	0,12	810	18,5	3,5	55	13	10
<i>A. ehrenbergiana C</i>	19	Mali	-3	8	0,11	820	19	3	51	16	11
<i>A. erioloba A</i>	4	Afr. du Sud	-43		9,0		0	20,0	37	36	0
<i>A. fischeri</i>	12	Tanzanie	+68	12	0,46	1210	4	11	36	44	5
<i>A. fistula</i>	20	Soudan	+65	19,4	0,06	1530	11,5		37	50	0,4
<i>A. gerrardii</i>	5	Zimbabwe	+80	10,0	1,86	1065	7	9	40	43	1
<i>A. giraffae</i>	1	Afr. du Sud	+28			730					
<i>A. hebeclada</i>	23	Namibie	+28	13	9,40	521	18,8	15,0	44	14	8
<i>A. hebeclada I</i>	8	Afr. du Sud	+70		1,9		16		26	56	1
<i>A. hebeclada II</i>	8	Namibie	+28		9,4		34		44	14	8
<i>A. hockii</i>	19	Ghana	+91	13	0,23	1460	8,5	3,5	50	30	8

[α] : pouvoir rotatoire spécifique à 589 nm dans H₂O ou NaCl 1M (25° C); [η] : viscosité intrinsèque dans NaCl 1M (25° C); % N : pourcentage massique d'azote; M eq : masse d'échantillon pour un équivalent acide; % Ac Gluc, Ac 4-O-Me Gluc, Gal, Ara, Rh : pourcentages massiques respectifs d'acides glucuronique et 4-O-méthyl glucuronique, galactose, arabinose et rhamnose.

* Voir références bibliographiques en page 348.

Nom	Réf*	Origine	$[\alpha]$	$[\eta]$	% N	M eq	Ac Gluc %	Ac 4-O-Me Gluc %	Gal %	Ara %	Rh %
<i>A. kamerunensis</i>	12	Afr. Tropicale	+29	15	0,13	670	22	4	26	36	12
<i>A. karroo</i>	19	n.d.	+53	17	0,15	1250	11,5	2,5	50	28	7
<i>A. karroo</i>	7	n.d.	+54				14		37	44	5
<i>A. kirkii</i>	30	Namibie	+54	8	0,09	1817	5,6	4,1	36	46	8
<i>A. newbrownii</i>	23	Namibie	+43	13	0,14	777	19,6	3,0	45	27	7
<i>A. nilotica</i>	20	Soudan	+108	9,5	0,02	1890	3	6	44	46	0,4
<i>A. nubica</i>	15	Soudan	+98	9,8	0,2	3030	6,5	0,5	33	59	1
<i>A. reficiens</i>	23	Namibie	+89	12	0,65	1117	5,7	10,1	41	35	8
<i>A. robusta</i>	6	Afr. du Sud	+36		2,8		9		40	50	1
<i>A. seyal</i>	15	Soudan	+51	12,1	0,14	1470	6,5	5,5	38	46	4
<i>A. sieberana l</i>	21	Soudan	+108	10	0,34	2070	3,9	4,6	30	57	5
<i>A. sieberana v.sie.</i>	19	Soudan	+106	12	0,35	2300	3,5	4,5	28	60	4
<i>A. sieberana v.vil.</i>	19	Ghana	+103	12	0,19	1230	10	4	35	47	4
<i>A. spirocarpa</i>	12	Afrique-Israël	+61	10	1,27	920	16	3	26	47	8
<i>A. stenocarpa</i>	12	Afr. tropicale	+14	9	0,38	1045	12	5	41	32	10
<i>A. tortilis</i>	8	Afr. du Sud	+75		1,9		8		23	66	
<i>A. xanthophloea A</i>	19	Kenya	+35	15	0,14	1050	2,5	14,5	54	23	6
<i>A. xanthophloea B</i>	19	Kenya	+44	24	0,39	1120	4	12	61	16	7
série de Bentham <i>Vulgares</i>											
<i>A. campylacantha</i>	20	Soudan	- 3	16	0,28	2020	8,7		54	27	7
<i>A. catechu</i>	20	n.d.	-32			1025	18		50	17	14
<i>A. fleckii</i>	23	Afr. du Sud	-32	13	0,58	918	16,4	2,8	39	25	14
<i>A. goetzii</i>	5	Zimbabwe	-36	21,0	0,89	755	17	6	46	22	9
<i>A. laeta</i>	24	Soudan	-35		0,66	1300	13,6		41	34	12
<i>A. mellifera deti.</i>	23	Namibie	-45	21	1,30	822	16,5	4,9	44	25	9

$[\alpha]$: pouvoir rotatoire spécifique à 589 nm dans H₂O ou NaCl 1M (25° C); $[\eta]$: viscosité intrinsèque dans NaCl 1M (25° C); % N : pourcentage massique d'azote; M eq : masse d'échantillon pour un équivalent acide; % Ac Gluc, Ac 4-O-Me Gluc, Gal, Ara, Rh : pourcentages massiques respectifs d'acides glucuronique et 4-O-méthyl glucuronique, galactose, arabinose et rhamnose.

* Voir références bibliographiques en page 348.

Nom	Réf*	Origine	[α]	[η]	% N	M eq	Ac Gluc %	Ac 4-O-Me Gluc %	Gal %	Ara %	Rh %
<i>A. mellifera suda.</i>	23	Soudan	-57	23,5	1,45	843	10,7	10,2	43	27	9
<i>A. senegal</i>	34	Soudan	-24		0,33	1177					
<i>A. senegal</i>	36	Soudan	-26			1430	12		44	35	9
<i>A. senegal</i>	37	n.d.	-27								
<i>A. senegal</i>	33	Soudan	-30		0,34		19,5		36	31	13
<i>A. senegal</i>	38	Soudan-Nigeria	-30	16	0,34	1050	16	1,5	44	25	14
<i>A. senegal</i>	30	n.d.	-31	17	0,33	1040	15,8	1,4	46	24	13
<i>A. senegal</i>	31	Soudan	-31	20	0,33	1290	16,7		34	25	12
<i>A. senegal</i>	31	Soudan	-31	20	0,33	1290	19		39	28	14
<i>A. senegal</i>	7	n.d.	-32				16		44	28	12
<i>A. senegal</i>	39	Commercial	-20	15	0,34	980	18		48	25	9
<i>A. senegal</i>	32	Soudan	-27	20,6	0,35	1047	16,5	1,5	46	30	16
<i>A. senegal</i>	32	Soudan	-30	13,4	0,29						
<i>A. senegal</i>	32	Soudan	-31	19,9	0,33	1085	16	1,5	40	28	16
<i>A. senegal</i>	35	n.d.	-32				28,3		30	34	14
<i>A. senegal</i> "20"	27	Iranex-Soudan	-29	20,6	0,29	1125					
<i>A. senegal</i> "21"	27	Iranex-Soudan	-27	21,0	0,30	1173					
<i>A. senegal</i> "25"	27	Iranex-Soudan	-32	22,8	0,30	1183					
<i>A. senegal kordofan</i>	28	Soudan	-28	23,1	0,34	1110					
<i>A. senegal kordofan</i>	29	Soudan	-32		0,28		20		31	23	10
<i>A. senegal nigerian</i>	28	Nigeria	-30	23,5	0,30	1380					
<i>A. sundra</i>	20	n.d.	-30			980	18		42	28	14

[α] : pouvoir rotatoire spécifique à 589 nm dans H₂O ou NaCl 1M (25° C) ; [η] : viscosité intrinsèque dans NaCl 1M (25° C) ; % N : pourcentage massique d'azote ; M eq : masse d'échantillon pour un équivalent acide ; % Ac Gluc, Ac 4-O-Me Gluc, Gal, Ara, Rh : pourcentages massiques respectifs d'acides glucuronique et 4-O-méthyl glucuronique, galactose, arabinose et rhamnose.

* Voir références bibliographiques en page 348.

Références

- 1 - KAPLAN (M.),
STEPHEN (A. M.), 1967 -
Tetrahedron, 23 : 193-198.
- 2 - ANDERSON (D. M. W.),
BELL (P. C.), McNAB (C. G. A.), 1971 -
Carbohydr. Res., 20 : 269-274.
- 3 - ASPINALL (G. O.),
CARLYLE (J. J.), YOUNG (R.), 1968 -
Carbohydr. Res., 7 : 421-430.
- 4 - GAMMON (D. W.), STEPHEN (A. M.),
CHURMS (S. C.), 1986 -
Carbohydr. Res., 158 : 157-171.
- 5 - ANDERSON (D. M. W.),
MCDUGALL (F. J.), 1987 -
Food Hydrocolloids, 1 (4) : 327-331.
- 6 - CHURMS (S. C.),
STEPHEN (A. M.), 1984 -
Carbohydr. Res., 133 : 105-123.
- 7 - STEPHEN (A. M.), 1987 -
S. Afr. J. Chem., 40 (2) : 89-99.
- 8 - CHURMS (S. C.), STEPHEN (A. M.),
STEYN (C. B.), 1986 -
Phytochem., 25 (12) : 2807-2809.
- 9 - ANDERSON (D. M. W.),
FARQUHAR (J. G. K.),
McNAB (C. G. A.), 1984 -
Phytochem., 23 (3) : 579-580.
- 10 - CHURMS (S. C.),
MERRIFIELD (E. H.),
STEPHEN (A. M.), 1981 -
S. Afr. J. Chem., 34 (1) : 8-11.
- 11 - CHURMS (S. C.),
MERRIFIELD (E. H.), MILLER (C. L.),
STEPHEN (A. M.), 1979 - *S. Afr.
Tydskr. Chem.*, 32 (3) : 103-106.
- 12 - ANDERSON (D. M. W.),
MORRISON (N. A.), 1989 -
Food Hydrocolloids, 3 (1) : 57-63.
- 13 - STEPHEN (A. M.), 1951 -
J. Chem. Soc., 138 : 646-649.
- 14 - ANDERSON (D. M. W.),
BELL (P. C.), McNAB (C. G. A.), 1972 -
Phytochem., 11 : 1751-1754.
- 15 - ANDERSON (D. M. W.), 1978 -
Kew Bulletin, 32 (3) : 529-536.
- 16 - CHURMS (S. C.),
MERRIFIELD (E. H.),
STEPHEN (A. M.), 1977 -
Carbohydr. Res., 55 : 3-10.
- 17 - ANDERSON (D. M. W.),
GILL (M. C. L.), JEFFREY (A. M.),
MCDUGALL (F. J.), 1985 -
Phytochem., 24 (1) : 71-75.
- 18 - ANDERSON (D. M. W.),
FARQUHAR (J. G. K.),
McNAB (C. G. A.), 1983 -
Phytochem., 22 (11) :
2481-2484.
- 19 - ANDERSON (D. M. W.),
BRIDGEMAN (M. M. E.),
DE PINTO (G.), 1984 -
Phytochem., 23 (3) : 575-577.
- 20 - ANDERSON (D. M. W.),
KARAMALLA (K. A.), 1966 -
J. Chem. Soc., (C) : 762-764.
- 21 - ANDERSON (D. M. W.),
BELL (P. C.), CONANT (G. H.),
McNAB (C. G. A.), 1973 -
Carbohydr. Res., 26 : 99-104.
- 22 - ANDERSON (D. M. W.),
GILL (M. C. L.), 1975 -
Phytochem., 14 : 739-741.
- 23 - ANDERSON (D. M. W.),
FARQUHAR (J. G. K.), 1979 -
Phytochem., 18 : 609-610.
- 24 - ANDERSON (D. M. W.),
SMITH (R. N.), 1967 -
Carbohydr. Res., 4 : 55-62.
- 25 - ANDERSON (D. M. W.),
DEA (I. C. M.), 1967 -
Carbohydr. Res., 5 : 461-469.

- 26 - ANDERSON (D. M. W.),
GILL MCL, MCNAB (C. G. A.),
DE PINTO (G.) 1984 -
Phytochem., 23 (9) : 1923-1926.
- 27 - VANDEVELDE (M. C.),
FENYO (J. C.), 1985 -
Carbohydrate Polymers, 5 : 251-273.
- 28 - SNOWDEN (M.J.), PHILLIPS (G. O.),
WILLIAMS (P. A.), 1988 -
« Gums and Stabilisers for the Food
Industry 4 », (G. O.) Phillips,
(D. J.) Wedlock, (P. A.) Williams éd. :
IRL Press, Oxford, GB 489-496.
- 29 - RANDALL (R. C.), PHILLIPS (G. O.),
WILLIAMS (P. A.), 1988 -
Food Hydrocolloids, 2 (2) : 131-140.
- 30 - DICKINSON (E.),
MURRAY (B. S.), STAINSBY (G.),
ANDERSON (D. M. W.), 1988 -
Food Hydrocolloids, 2 (6) : 477-490.
- 31 - ANDERSON (D. M. W.),
STODDART (J. F.), 1966 -
Carbohydr. Res., 2 : 104-114.
- 32 - ANDERSON (D. M. W.),
DEA (I. C. M.), KARAMALLA (K. A.),
SMITH (J. F.), 1968 -
Carbohydr. Res., 6 : 97-103.
- 33 - RANDALL (R. C.), PHILLIPS (G. O.),
WILLIAMS (P. A.), 1989 -
Food Hydrocolloids,
3 (1) : 66-75.
- 34 - THOMAS (A. W.),
MURRAY Jr (H. A.), 1928 -
J. Phys. Chem., 32 : 676-697.
- 35 - BUTLER (C. L.),
CRETCHER (L. H.), 1929 -
J. Am. Chem. Soc.,
51 : 1519-1525.
- 36 - CHURMS (S. C.),
MERRIFIELD (E. H.),
STEPHEN (A. M.), 1983 -
Carbohydr. Res., 123 : 267-279.
- 37 - O'SULLIVAN (C.), 1884 -
J. Chem. Soc., 45 : 41-57.
- 38 - ANDERSON (D. M. W.),
BROWN DOUGLAS (D. M.),
MORRISON (N. A.),
WEIPING (W.), 1990 -
Food Addit. Contam.,
7 (3) : 303-321.
- 39 - ANDERSON (D. M. W.),
McDOUGALL (F. J.), 1987 -
Food Addit. Contam.,
4 (3) : 247-55.