ROYAUME DU MAROC
---
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
---
المكتب المغربي
للملكية الصناعية و التجارية
---

# (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
**MA 39136 A1**

(51) Cl. internationale :
**C08G 69/30; C08G 69/00**

(43) Date de publication :
**29.12.2017**

---

(21) N° Dépôt :
**39136**

(22) Date de Dépôt :
**21.06.2016**

(71) Demandeur(s) :
**UNIVERSITE EURO-MEDITERRANEENNE DE FES, BP BP 51 FES PRINCIPALE FES MAROC (MA)**

(72) Inventeur(s) :
**MOSTAPHA BOUSMINA ; NADIA KATIR ; ABDELKRIM EL KADIB ; NABIL EL BRAHMI ; JEAN PIERRE MAJORAL ; NATHALIE MARCOTTE**

(74) Mandataire :
**BOUNOU SALIM**

---

(54) Titre : **NOUVELLES MACROMOLECULES GEANTES : LES POLY - DENDRIMERES**

(57) Abrégé : La chimie des polymères est l'un des domaines les plus attrayants à la fois au niveau académique qu'à l'échelle industrielle. Cette discipline génère une activité économique importante et se situe à l'interface de plusieurs technologies appliquées de notre quotidien. La vitalité de ce domaine impose fortement de concevoir de nouvelles architectures macromoléculaires pour en assurer le progrès et les performances et pour mettre continuellement sur le marché de nouveaux polymères et commodités. Après les polymères linéaires, le concept de fabrication de copolymères possédant deux segments dans la chaine principale a permis d'enrichir la bibliothèque de ces macromolécules et d'envahir d'autres secteurs industrielles jusqu'ici impénétrables. D'une façon complémentaire, les dendrimères sont des macromolécules construits étape par étape avec une grande précision. Leurs atouts en termes de topologie et de réactivité de surface ont été exploités pour interagir avec les cellules vivantes (nano-médecine) et avec des entités chimiques exotiques (catalyse). Etonnamment, aucun vrai polymère construit par assemblage de plusieurs dendrimères n'a été rapporté à ce jour. Pourtant, les effets synergétiques et la transition d'une échelle dendrimère à celle de polymère seraient d'un intérêt indéniable pour ces architectures. Le travail qui fait l'objet de cette invention propose de synthétiser, en considérant l'absence totale sur la marché de ce type de macromolécules, des poly-dendrimères géants tridimensionnels. Les dendrimères initiaux sont conçus de telle façon à ce' qu'ils réagissent aisément entre eux, générant ainsi un réseau tridimensionnel construit de la répétition d'objets complexes. En plus, ces

synthèses sont extrêmement écologiques et s'inscrivent dans l'éco-fabrication ; aspect illustré par l'absence de catalyseur et la génération d'eau et d'azote comme seuls sous-produits de synthèse. La versatilité de ces poly-dendrimères est illustrée par leur grand nombre de fonctions chimiques, susceptibles de réagir différemment, ce qui confère à ces polydendrimères un caractère multifonctionnel original.

MA 39136A1

# Nouvelles macromolécules géantes : les poly-dendrimères

*Mosto Bousmina, Nadia Katir, Abdelkrim El Kadib, Nabil El Brahmi, Jean Pierre Majoral, Nathalie Marcotte.*

Engineering Division.
Euro-Mediterranean University of Fes (UEMF).
Fès-Shore, Route de Sidi Hrazem, 30070 Fès, Morocco

La chimie des polymères est l'un des domaines les plus attrayants à la fois au niveau académique qu'à l'échelle industrielle. Cette discipline génère une activité économique importante et se situe à l'interface de plusieurs technologies appliquées de notre quotidien. La vitalité de ce domaine impose fortement de concevoir de nouvelles architectures macromoléculaires pour en assurer le progrès et les performances et pour mettre continuellement sur le marché de nouveaux polymères et commodités.

Après les polymères linéaires, le concept de fabrication de copolymères possédant deux segments dans la chaine principale a permis d'enrichir la bibliothèque de ces macromolécules et d'envahir d'autres secteurs industrielles jusqu'ici impénétrables. D'une façon complémentaire, les dendrimères sont des macromolécules construits étape par étape avec une grande précision. Leurs atouts en termes de topologie et de réactivité de surface ont été exploités pour interagir avec les cellules vivantes (nano-médecine) et avec des entités chimiques exotiques (catalyse). Etonnamment, aucun vrai polymère construit par assemblage de plusieurs dendrimères n'a été rapporté à ce jour. Pourtant, les effets synergétiques et la transition d'une échelle dendrimère à celle de polymère seraient d'un intérêt indéniable pour ces architectures.

Le travail qui fait l'objet de cette invention propose de synthétiser, en considérant l'absence totale sur la marché de ce type de macromolécules, des poly-dendrimères géants tridimensionnels. Les dendrimères initiaux sont conçus de telle façon à ce qu'ils réagissent aisément entre eux, générant ainsi un réseau tridimensionnel construit de la répétition d'objets complexes. En plus, ces synthèses sont extrêmement écologiques et s'inscrivent dans l'éco-fabrication ; aspect illustré par l'absence de catalyseur et la génération d'eau et d'azote comme seuls sous-produits de synthèse. La versatilité de ces poly-dendrimères est illustrée par leur grand nombre de fonctions chimiques, susceptibles de réagir différemment, ce qui confère à ces polydendrimères un caractère multifonctionnel original.

# Nouvelle macromolécules géantes : les poly-dendrimères

## Domaine de l'invention :

La présente invention décrit une nouvelle classe de macromolécules géantes appelées ici : polydendrimères. Cette nouvelle catégorie de polymères tridimensionnels offre un potentiel inédit dans la technologie des polymères en raison de sa particularité : forme globulaire, complexité moléculaire, porosité, sphéricité, stabilité, ect...ce qui en fait un matériau de choix dans de nombreuses applications dans le domaine des matériaux macro,nano et poly-structurés.

## Etat de la technique :

La synthèse et l'ingénierie manufacturière des polymères est l'un des domaines les plus attrayant tant au niveau académique qu'à l'échelle industrielle et génère une activité économique importante. Les applications quasi-illimitées des polymères nécessitent de disposer constamment d'une large bibliothèque de macromolécules à différentes variantes et d'en évaluer les propriétés. La mise au point de nouvelles architectures macromoléculaires élargit la gamme des propriétés et ouvre de nouvelles niches d'applications des polymères. Parmi les macromolécules les plus attrayantes, les objets réticulés occupent une place de choix incontournable dans ce domaine et trouvent des applications variées incluant par exemple, la chromatographie, le stockage et la séparation des gaz, la filtration incluant la nano-filtration, la détection, l'automobile et l'aéronautique, les biomatériaux, les revêtements ainsi que les matériaux composites et nancocomposites. Spécifiquement, les polymères appelés « *covalent organic framework* » sont préparés par co-condensation de petits monomères solubles possédant plusieurs fonctions polymérisables, ce qui permet leur croissance dans les trois dimensions. Ces matériaux polymères sont utilisés pour le piégeage du $CO_2$, la catalyse, la séparation des gaz et la détection.

D'un autre coté et en connexion étroite avec le domaine des macromolécules géantes, les dendrimères sont des molécules de haut poids moléculaires, fonctionnelles et hautement ramifiées. Les dendrimères se distinguent de leurs analogues linéaires par la grande précision avec laquelle elles sont fabriquées étant donné qu'ils sont construits étape par étape, par la répétition d'une séquence de réaction permettant la multiplication de chaque unité répétitive et des fonctions terminales. Cette construction conduit à des macromolécules mono-disperses, homogènes et dotées d'une topologie spécifique en terme de périodicité et d'une concentration de réactivité au niveau de leur surface. Le caractère modulable du cœur, des branches et des fonctions localisées en surface permet de diversifier aisément leur réactivité (*Katir, N.; El Brahmi, N.; El Kadib, A.; Mignani, S.; Caminade, A.-M.; Bousmina, M.; Majoral, J. P. Synthesis of Onion-Peel Nanodendritic Structures with Sequential Functional Phosphorus Diversity. Chem. Eur. J., 2015, 21, 6400-6408).* Le contrôle de leur arborescence avec un

grand degré de précision accompagné de ce qui est communément désigné comme « *effet de génération*» sont certainement les éléments les plus avantageux dans la chimie des dendrimères. Ceci permet de fabriquer des objets chimiques sur mesure et d'en ajuster ensuite les performances. Le premier dendrimère a été décrit par Tomalia en 1986 (*Tomalia, D. A.; Baker, H.; Dewald, J.; Hall, M.; Kallos, G.; Martin, S.; Roeck, J.; Ryder, J.; Smith, P. Dendritic macromolecules: synthesis of starburst dendrimers. Macromolecules, 1986, 19, 2466-2468).* La particularité des dendrimères comme macromolécules a conduit à leur implémentation dans une série d'application, notamment la fabrication d'outils pour le diagnostic et comme transporteur de médicament. Leur structure bio-inspirée, très similaire à un arbre géant, confère à ces dendrimères une réactivité remarquable notamment vis-à-vis des cellules biologiques, ce qui en fait des outils incontournables en nano-médecine. Dans cette catégorie, les dendrimères phosphorés sont encore les plus attractifs pour plusieurs raisons : la présence de phosphore dans le squelette des dendrimères offre la possibilité d'une caractérisation fine et précise de ces édifices, notamment par RMN du phosphore (*Caminade, A.-M.; Laurent, R.; Turrin, C.-O.; Rebout, C.; Delavaux-Nicot, B.; Ouali, A.; Zablocka, M.; Majoral, J.-P. Phosphorus dendrimers as viewed by $^{31}P$ NMR spectroscopy; synthesis and characterization. C. R. Chimie, 2010, 13, 1006-1027).* Le caractère vivant des combinaisons phosphore-azote constitue un potentiel pour des applications biomédicales. L'hydrophobicité de leur cœur et la polarité des groupements externes confèrent à ces dendrimères un caractère amphiphiles et sont à la base de leur similitude avec les enzymes. En dernier, leur caractère inorganique et la présence d'hétéroatome assurent à ces dendrimères une grande stabilité.

Par distinction des polymères classiques (figure 1a), le concept de copolymères (également appelés polymères à bloc) développés jusqu'ici a montré que la cohabitation de plusieurs segments dans le même squelette polymérique confère au polymère final les propriétés initiales de chaque bloc (figure 1b). Si en plus, les blocs de départ sont complexes, leur combinaison dans le matériau final devrait conduire à une accumulation holistique des propriétés. Autrement dit : le polymère final héritera les propriétés des éléments de départ mais générera également des propriétés qui lui seront spécifiques. Par exemple, ces polymères peuvent avoir intuitivement la réactivité des entités de départ mais posséderaient en plus une porosité hiérarchique, une orientation préférentielle, une hydrophobicité et stabilité accrues,...Tous ces éléments seront d'un intérêt indéniable dans la technologie des polymères, leur formulation et la synthèse de nouveaux matériaux et nano-composites.

Par exemple, pour augmenter la complexité macromoléculaire d'un édifice, des dendrimères ont été greffés sur les chaines latérales de polymères linéaires (figure 1c). Des dendrimères hyperbranchés ont été également synthétisés par réticulation. Cependant, ces travaux ne présentent qu'une extension aux macromolécules déjà connues. En effet, aucun travail n'a porté sur la synthèse de structures tridimensionnelles par polymérisation de deux ou plusieurs globules dendritiques (figure 1d).

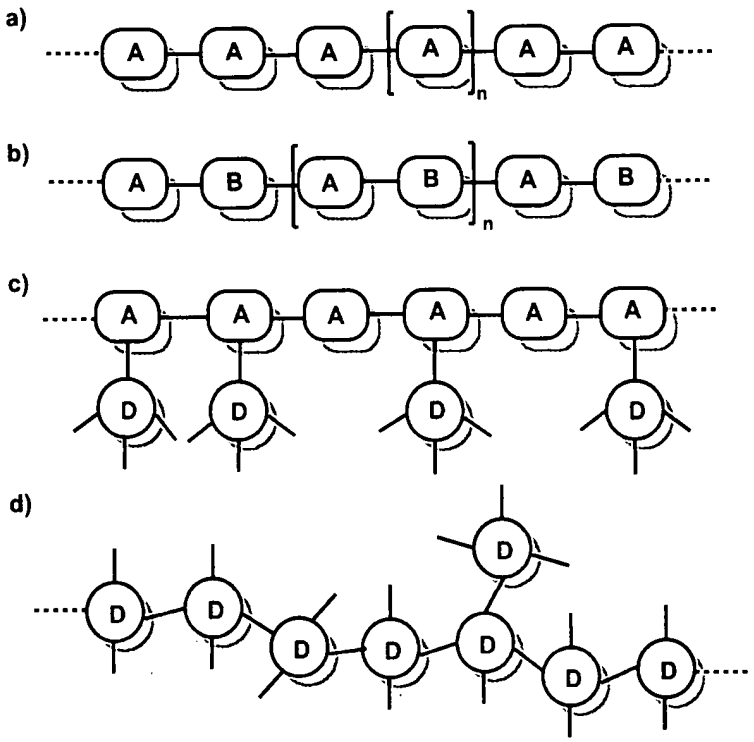


Figure 1. Illustration des différentes structures polymériques existantes (a-c) et de la structure faisant l'objet de la présente invention (d).

Les inventeurs ont mis au point une méthode de synthèse des macromolécules poly-structurées et aussi une nouvelle classe de macromolécules géantes par polymérisation d'entités ayant une grande complexité moléculaires, en l'occurrence les dendrimères. Les polymères qui en résultent sont appelés *poly-dendrimères*.

## Description de l'invention :

Un premier un aspect de l'invention consiste en la préparation de nouveaux polymères y compris des polymères poly-réticulés par une nouvelle méthode de synthèse .

Selon un deuxième aspect de l'invention, il est rapporté la préparation de polydendrimères par la polymérisation radicalaire ou par condensation de deux ou plusieurs différents dendrimères.

Selon un troisième aspect de l'invention, il est rapporté la polymérisation en absence de métal comme catalyseur.

Un quatrième aspect de l'invention rapporte la polycondensation de différents dendrimères possédant respectivement des groupements aldéhydes et des groupements amines.

Selon un cinquième aspect de l'invention, il est décrit la polycondensation de différents dendrimères possédant respectivement des groupements acides carboxyliques et des groupements aldéhydes.

Selon un sixième aspect de l'invention, il est prévu la polycondensation de différents dendrimères par voie radicalaire.

Selon un septième aspect de l'invention, il est prévu l'utilisation de différentes générations de dendrimères.

Selon un huitième aspect de l'invention, il est prévu l'utilisation de dendrimères avec des groupements phosphorés.

Selon un neuvième aspect de l'invention, il est prévu l'utilisation de dendrimères phosphorés renfermant une molécules de viologène.

Brève description des figures :

Figure 1. Illustration des différentes structures polymériques existantes (a-c) et de la structure faisant l'objet de la présente invention (d).

Tableau 1. Tableau décrivant les combinaisons ayant permet d'accéder aux polydendrimères et spécifiant le nombre de phosphore que contient le polymère final.

Figure 2. Schéma présentatif des dendrimères à terminaison amine avec respectivement des dendrimères à terminaison aldéhyde ou acides.

Figure 3. Description de la polymérisation des entités précédemment mentionnées.

Figure .4 charte des unités utilisées pour la synthèse des polydendrimères.

Exemple non limitatif de préparation de polydendrimères, :

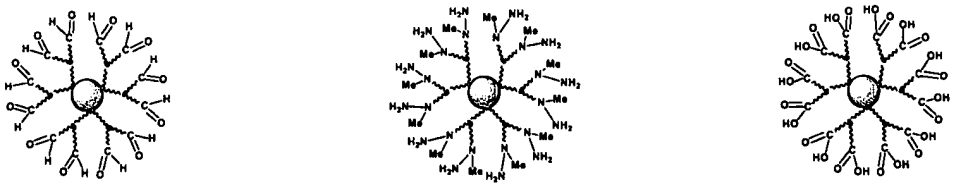

Figure 2. Illustration des dendrimères a terminaison amine (au milieu) et à terminaison acide carboxylique (à droite) et aldéhyde (à gauche).

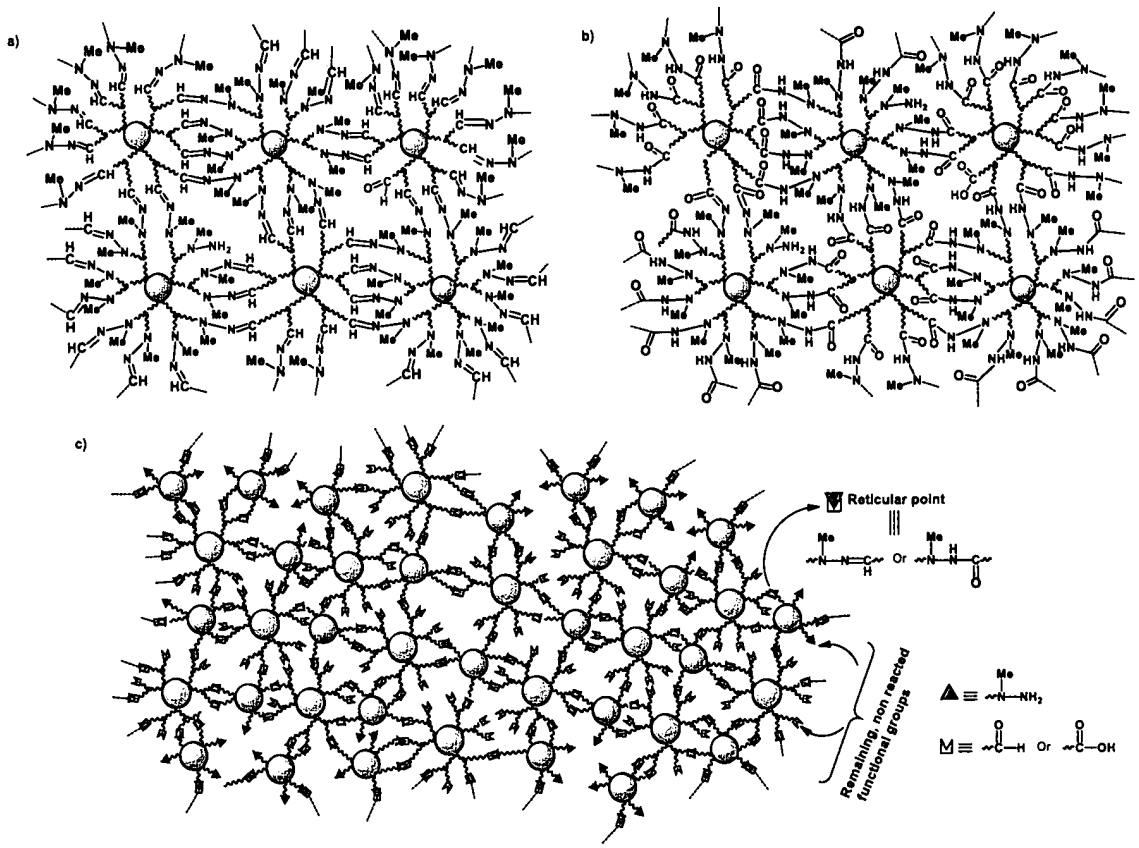


Figure 3. Illustration schématique de la polymérisation des entités précédemment mentionnées.

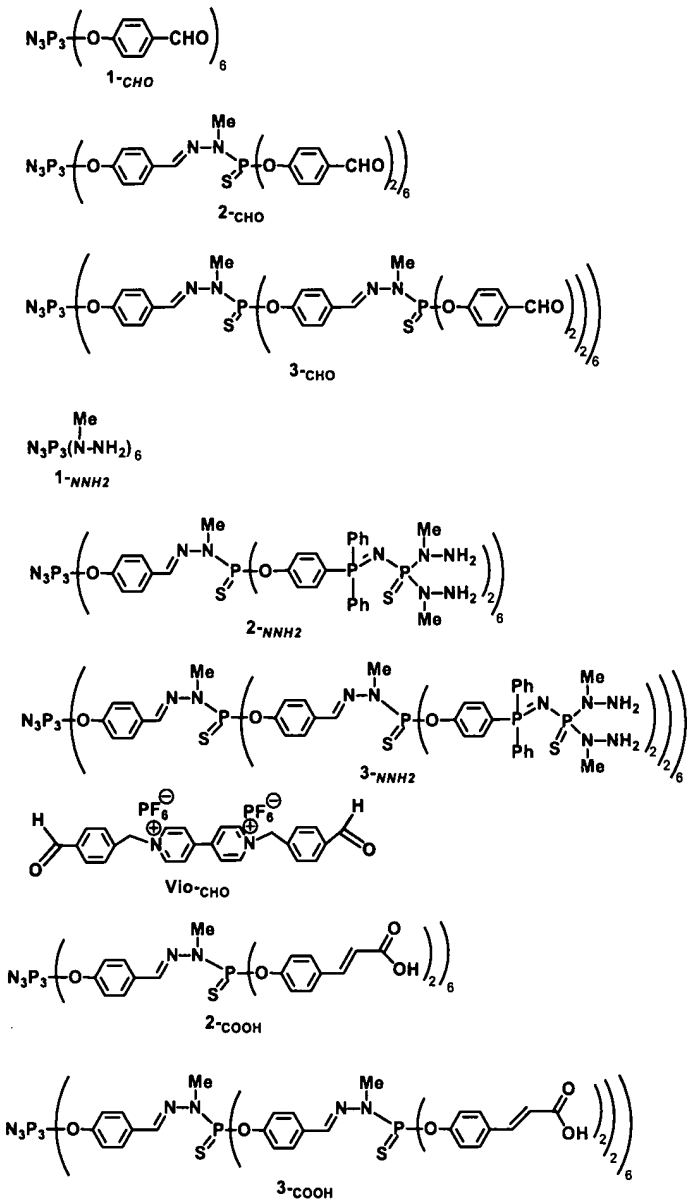


Figure 4. Charte des unités utilisées pour la synthèse des polydendrimères.

| Polydendrimères | Dendrimère 1 | Dendrimère 2 | Nombre de type d'unité de phosphore | RMN $^{31}$P du cœur | RMN $^{31}$P du P=S |
|---|---|---|---|---|---|
| P1 | 1-$_{NNH2}$ | 1-$_{CHO}$ | 2 | 9,33<br>17,31 | |
| P2 | 2-$_{NNH2}$ | 2-$_{CHO}$ | 6 | 8,35 | 56,47 |
| P3 | 2-$_{NNH2}$ | 3-$_{CHO}$ | 7 | 8,52 | 57,14 |
| P4 | 3-$_{NNH2}$ | Vio-$_{CHO}$ | 6 | 10,63 | 57,67 |
| P5 | 1-$_{NNH2}$ | 1-$_{COOH}$ | 3 | 9,13<br>27,79 | 60,73 |
| P6 | 1-$_{NNH2}$ | 2-$_{COOH}$ | 4 | 9,14<br>27,27 | 61,78 |

**P$_1$**: A une solution du dendrimère **1-$_{NNH2}$** (20 mg, 4,94 $10^{-5}$ mol) dans 3 mL de THF est ajoutée une solution du dendrimère **1-$_{CHO}$** (42,5 mg, 4,93 $10^{-5}$ mol) dans 5 mL de THF. Le mélange est laissé sous agitation à température ambiante pendant 48 heures. Après filtration, le solide est lavé avec le THF puis l'éthanol et enfin avec l'acétone. Le polydendrimère **P$_1$** est obtenu sous forme d'une poudre

blanche. RMN $^{13}C$ (100 MHz) δ 31,18 (N-Me), 121,15 ($C_6H_4$), 127,70 ($C_6H_4$), 128,63 ($C_6H_4$), 133,50 (CH=N et ($C_6H_4$)), 150,05 ($C_6H_4$), 154,71 ($C_6H_4$); RMN $^{31}P$ (162 MHz) δ 9,33 ($N_3P_3$-O), 17,31 ($N_3P_3$-N).

**$P_2$**: A une solution du dendrimère **2-$_{NNH2}$** (40 mg, 5,94 $10^{-6}$ mol) dans 4 mL de THF est ajoutée une solution du dendrimère **2-$_{CHO}$** (34 mg, 1,19 $10^{-5}$ mol) dans 6 mL de THF. Le mélange réactionnel est laissé sous agitation à température ambiante pendant 48 heures. Après filtration, le solide est lavé avec le THF, l'éthanol puis l'acétone. Le polydendrimère **$P_2$** est obtenu sous forme d'une poudre blanche. RMN $^{13}C$ (100 MHz) δ 32,35 (N-Me), 121,32 ($C_6H_4$), 128,05 ($C_6H_4$ et $C_6H_5$), 132,89 (CH=N, $C_6H_5$ et $C_6H_4$), 151,17($C_6H_4$); RMN $^{31}P$ (162 MHz) δ 8,35 ($N_3P_3$ et $PPh_2$), 56,47 (P=S).

**$P_3$**: A une solution du dendrimère **2-$_{NNH2}$** (40 mg, 5,94 $10^{-6}$ mol) dans 4 mL de THF est ajoutée une solution du dendrimère **3-$_{CHO}$** (40,5 mg, 5,91 $10^{-6}$ mol) dans 4 mL de THF. Le mélange réactionnel est laissé sous agitation à température ambiante pendant 48 heures. Après filtration, le précipité est lavé avec le THF, l'éthanol puis avec l'acétone. Le polydendrimère **$P_3$** est obtenu sous forme d'une poudre blanche. RMN $^{13}C$ (100 MHz) δ 32,13 (N-Me), 121,42 ($C_6H_4$), 128,17 ($C_6H_4$, $C_6H_5$), 132,49 (CH=N, $C_6H_5$ et $C_6H_4$), 151,14 ($C_6H_4$); RMN $^{31}P$ (162 MHz) δ 8,52 ($N_3P_3$, $PPh_2$), 57,14 (P=S).

**$P_4$**: A une solution du dendrimère **3-$_{NNH2}$** (40 mg, 2,74 $10^{-6}$ mol) dans 5 mL d'acétone est ajoutée à une solution de **Vio-$_{CHO}$** (45 mg, 6,58 $10^{-5}$ mol) dans 6 mL d'acétone. Le mélange est laissé sous agitation à température ambiante pendant 72 heures puis filtré et le précipité est lavé avec l'acétone. Le polydendrimère **$P_4$** est obtenu sous forme d'une poudre orange. RMN $^{13}C$ (100 MHz, ) δ 32,06 (N-Me), 64,43 (N-$CH_2$), 122,38 ($C_6H_4$, $NC_5H_4$), 129,00 ($C_6H_5$, $C_6H_4$, $NC_5H_4$), 130.11 ($C_6H_4$, $NC_5H_4$), 132.07 ($C_6H_4$, $NC_5H_4$), 137.75 (CH=N, $C_6H_5$ and ($C_6H_4$), 145.48 ($NC_5H_4$), 151,39 ($C_6H_4$, $NC_5H_4$), 153,69 ($C_6H_4$, $NC_5H_4$); RMN $^{31}P$ (162 MHz, ) δ -143,96 (hept, $J$ = 702.6 Hz, $PF_6$), 10,70 ($N_3P_3$, $PPh_2$), 57,23 (P=S).

**$P_5$**: A un mélange de **1-$_{COOH}$** (20 mg, 5,95 $10^{-6}$ mol), 1-éthyl-3-(3diméthylaminopropyl)carbodiimide (15 mg, 7,85 $10^{-5}$ mol) et diméthylaminopyridine (9 mg, 7,4 $10^{-5}$ mol) dans 10 mL de THF est ajoutée une solution du dendrimère **1-$_{NNH2}$** (4,8 mg, 1,19 $10^{-5}$ mol). Le mélange est laissé sous agitation à température ambiante pendant 120 heures. Après filtration, le résidu est lavé avec le THF et le $CH_2Cl_2$. Le polydendrimère **$P_5$** est obtenu sous forme d'une poudre blanche. RMN $^{13}C$ (100 MHz) δ 35,52 (N-$CH_3$), 39,73 (N-Me), 121.03 ($C_6H_4$), 122.04 ($C_6H_4$), 132.03 ($C_6H_4$), 138.75 (CH=N and ($C_6H_4$), 140.41 ($C_6H_4$), 151.24 ($C_6H_4$), 167.10 ($C_6H_4$); RMN $^{31}P$ (162 MHz) δ 9,13 ($N_3P_3$-O), 27,79 ($N_3P_3$-N), 60,73 (P=S).

**$P_6$**: A un mélange du dendrimère **2-$_{COOH}$** (60 mg, 7,63 $10^{-6}$ mol), 1-éthyl-3-(3diméthylaminopropyl)carbodiimide (38 mg, 2,10 $10^{-4}$ mol) et diméthylaminopyridine (22 mg, 1,83 $10^{-5}$ mol) dans 20 mL de THF est ajoutée une solution du dendrimère **1-$_{NNH2}$** (12 mg, 2,96 $10^{-5}$ mol). Le mélange réactionnel est laissé sous agitation pendant 120 heures à température ambiante. Après filtration, le résidu est lave avec le THF et le $CH_2Cl_2$. Le polydendrimère **$P_6$** est obtenu sous forme d'une poudre blanche. RMN $^{13}C$ (100 MHz) δ 40,76 (N-Me), 122,39 ($C_6H_4$), 131,99 ($C_6H_4$), 139,99

Revendications.

1. Procédé de synthèse de nouveaux matériaux macromoléculaires par intra- et inter-réticulation des dendrimères.

2. Méthodologie de synthèse, selon la revendication 1, aboutissant à des polydendrimères nanosphériques formant un réseau tridimensionnel.

3. Synthèse selon la revendication 1, caractérisée en ce que les polydendrimères tridimensionnels soient obtenus par polycondensation de deux ou plusieurs différents dendrimères.

4. Polymérisation selon la revendication 3, caractérisée à ce qu'au moins un dendrimère utilisé lors de la polycondensation comporte des fonctions amines terminales en surface.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le second dendrimère réticulable comporte des fonctions réactives en surface de type aldéhydes, acides carboxyliques, ester méthyliques, anhydrides, chlorure d'acides.

6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les dendrimères à terminaison amine, aldéhydes, et acides utilisés lors de la polycondensation soit de génération 0 à 10.

7. Polymérisation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la polycondensation des différents dendrimères soit effectuée en absence de catalyseur, en présence d'un catalyseur métallique, d'un amorceur thermique, photochimique ou radicalaire.

8. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les dendrimères impliqués dans la polycondensation soit de type : PAMAM, PPI, polylysine, polytriazine et polyphosphorhydrazone.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cœur du dendrimère phosphoré soit de type cyclotriphosphazene, cyclotetraphosphazene, thiophosphine.

10. Polymérisation selon la revendication 8, caractérisée en ce que les dendrimères utilisées renferment une molécule photo-active de type viologène, spiropyrane, anthraquinone.

11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les polydendrimères obtenus soient utilisés comme additifs dans les verres photochromes, électro-chromes et thermo-chromes, dans la peinture, dans les cellules photovoltaïques, dans les piles à combustibles et dans les nanotechnologies des nano-composites.

MA 39136A1

ROYAUME DU MAROC
*******
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
*******

OMPIC

المملكة المغربية
---
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

# RAPPORT DE RECHERCHE AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

***(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13)***

| **Renseignements relatifs à la demande** | |
|---|---|
| N° de la demande : 39136 | Date de dépôt : 21/06/2016 |
| Déposant : UNIVERSITE EURO-MEDITERRANEENNE DE FES | |
| Intitulé de l'invention : NOUVELLES MACROMOLECULES GEANTES : LES POLY - DENDRIMERES | |

Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com, et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.

Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :

Partie 1 : Considérations générales
- ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport
- ☐ Cadre 2 : Priorité
- ☐ Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés

Partie 2 : Rapport de recherche

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité
- ☐ Cadre 4 : Remarques de clarté
- ☒ Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle
- ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée
- ☐ Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention

| | |
|---|---|
| **Examinateur:** A EL KADIRI | **Date d'établissement du rapport** : 28/11/2016 |
| **Téléphone:** **212 5 22 58 64 14/00** | |

ROYAUME DU MAROC OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE Office Brevets, Dessins et Modèles

**Partie 1 : Considérations générales**

*Cadre 1 : base du présent rapport*

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
  7 Pages
- Revendications
  11

**Partie 2 : Rapport de recherche**

**Classement de l'objet de la demande :**

CIB : C08G69/00, C08G69/30

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

**EPOQUE, Orbit**

| Catégorie* | Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | N° des revendications visées |
|---|---|---|
| X | **US2007071713, MAHMUD KHALED et AL , 2007-03-29** | 1-11 |
| X | **XP027286959, Phosphorus dendrimers as viewed by <31>P NMR spectroscopy; synthesis and characterization, Caminade A M et AL, ELSEVIER, PARIS, FR, 2010-08-01** | 1-11 |
| X | **XP027691344, Birth of a new macromolecular architecture: dendrimers as quantized building blocks for nanoscale synthetic polymer chemistry , Tomalia; D A, 2005-03-01** | 1-11 |

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« **X** » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« **Y** » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« **A** » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« **P** » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« **E** » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

**Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**

*Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

| | | |
|---|---|---|
| Nouveauté (N) | Revendications aucune<br>Revendications 1-11 | Oui<br>Non |
| Activité inventive (AI) | Revendications aucune<br>Revendications 1-11 | Oui<br>Non |
| Possibilité d'application Industrielle (PAI) | Revendications 1-11<br>Revendications aucune | Oui<br>Non |

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : US2007071713
D2 : XP027286959
D3 : XP027691344

1. **Nouveauté (N) :**

Le document D1 divulgue des polydendrimères par réticulation des dendiremères ayant un réseau tridimentionnel obtenus par polycondensation, le dendrimère utilisé lors de la polycondensation à terminaison amine. Le document D1 divulgue aussi que la dendrimère peut être de type PAMPAM de 3$^{ème}$ génération.

Le document D2 divulgue polydendrimères par réticulation des dendiremères ayant un réseau tridimentionnel obtenus par polycondensation, le dendrimère utilisé lors de la polycondensation à terminaison acide (phohsphonic acide). Le document D2 divulgue aussi que la dendrimère peut être de type phosphoré comme phosphohydrazone ou de type PAMPAM (Polyamidoamine).

Le doucment D3 divulgue polydendrimères par réticulation des dendiremères ayant un réseau tridimentionnel obtenus par polycondensation, le dendrimère utilisé lors de la polycondensation à terminaison acide (acide carboxylique) ou amine. Le document D3 divulgue aussi que la dendrimère peut être de de type PAMPAM (Polyamidoamine).

Donc l'objet de la revendication 1 manque de nouveauté conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2-11 dépendantes de la revendication 1 ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle se réfèrent, définit un objet qui satisfasse aux exigences de nouveauté et/ou d'activité inventive au sens des articles 26 et 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. **Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.