

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 04800

⑤④ Procédé d'obtention de microcapsules isodiamétrales à diamètre réglé.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). B 01 J 13/02.

②② Date de dépôt 9 mars 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 36 du 10-9-1982.

⑦① Déposant : PRINTEX SA, résidant en France.

⑦② Invention de : Hubert Bousquet, Jean Bernard Egraz et Georges Ravet.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Georges Ravet, société Printex,
35, cours Aristide-Briand, 69300 Caluire.

PROCEDE D'OBTENTION DE MICROCAPSULES
ISODIAMETRALES A DIAMETRE REGLE

5 L'invention concerne un procédé perfectionné d'encapsulation de substances finement dispersées dans une phase liquide conduisant à la formation de microcapsules isodiamétrales.

10 L'invention concerne également le produit nouveau constitué par les microcapsules isodiamétrales. Sous cette appellation, on entend définir le produit constitué par l'enveloppe formée d'un polymère, et la substance incluse dans celle-ci.

15 L'invention concerne aussi les matériaux d'enregistrement ou de transfert, sensibles à la pression, que l'on obtient par le dépôt continu ou par zone sur au moins une face du support, d'un dépôt lié de capsules isodiamétrales par les procédés d'enduction ou d'impression, par les techniques papetières, par les techniques d'imprimerie, et également par les techniques pratiquées dans les domaines des tissus-non-tissés, des tissés et des films plastiques.

20 L'invention concerne enfin l'encapsulation des substances très diverses, telles-que les encres, les colorants, les réactifs chimiques divers, les produits pharmaceutiques, les produits phytosanitaires, les produits ignifuges, etc...

25 La technique de micro-encapsulation qui permet d'enfermer dans une enveloppe, de très faible dimension, des substances solides, liquides ou volatiles, et généralement réactives à l'égard de leur environnement, est déjà bien connue.

30 Le grand nombre de documents publiés dans la littérature spécialisée en ce domaine, reflète la nécessité pour l'homme de l'art de conserver des substances solides, liquides ou volatiles dans des micro-réceptacles protecteurs de telle manière qu'elles soient toujours disponibles au moment choisi pour leur exploitation, c'est-à-dire qu'elles gardent l'intégralité de leurs propriétés jusqu'à l'instant de leur libération par éclatement ou par biodégradation de leur enveloppe.

De nombreuses substances ont déjà fait l'objet d'encapsulation, parmi

lesquelles figurent des agents aromatiques, tels que les parfums, des colorants, des réactifs chimiques dont les colorants réactifs, des colles et adhésifs, des agents phytosanitaires tels certains agents biocides, des engrais, etc...

5

Mais il faut également observer que de nombreuses publications décrivent l'utilisation de microcapsules dans le domaine des matériaux de reproduction par pression, disposant d'un support en papier, tels que les documents simples ou multiples connus sous les appellations "chimiques autonomes" et "chimiques contacts".

10

Les préparations de microcapsules, formées à partir de matières polymères naturelles ou synthétiques, ont été décrites dans de multiples publications, qui sont les conséquences de certaines observations de l'homme de l'art sur les avantages qu'elles procurent.

15

Un premier procédé de préparation des parois des microcapsules, qui est l'un des plus anciens et des plus usités, pratique la coacervation à partir d'une solution aqueuse de colloïde hydrophiles, d'origine naturelle, tels que les gélatines, gomme arabique, mais aussi d'origine synthétique, tels que les copolymères d'éther polyvinyl méthylque et d'acide maléique, et les carboxyméthylcelluloses.

20

Un tel procédé ne pouvant se pratiquer qu'avec des concentrations faibles en colloïdes, l'encapsulation des substances à enrober ne peut se réaliser que dans un milieu aqueux à faible teneur en ces substances, de l'ordre de 18 % à 23 %, rendant particulièrement onéreux ce procédé d'encapsulation.

25

Plus que ce premier inconvénient, un autre inconvénient peut se manifester d'une manière plus gênante encore. Car il est connu de l'homme de l'art, que de nombreux colloïdes hydrophiles, d'origine naturelle ou dérivés de produits naturels comme la carboxyméthylcellulose, peuvent être l'objet d'une destruction par des micro-organismes, rendant poreuse la paroi des capsules produites et interdisant par exemple, toute conservation prolongée de substances enrobées, sensibles à l'atmosphère ambiante. Ainsi, les substances encapsulées risquent de s'oxyder, de s'échapper de leur réceptacle, faisant douter de l'intérêt qu'il y a à réaliser l'encapsulation de certaines substances, en particulier quand celles-ci sont volatiles.

30

35

En raison de ces premiers inconvénients, l'homme de l'art s'est attaché à trouver des procédés améliorés de préparation des parois de microcapsules utilisant des matières d'enrobage, non plus d'origine naturelle, mais d'origine synthétique, qui, après polymérisation, restent insensibles aux
5 agressions des micro-organismes, aux agents chimiques, ces matières étant en outre moins onéreuses que les colloïdes hydrophiles précités. En d'autres termes, ces procédés améliorés se proposent de produire des parois de microcapsules qui ne laissent plus échapper tout ou partie des substances enrobées, et qui soient moins fragiles à la pression ou au choc que les
10 parois antérieurement réalisées à partir de colloïdes hydrophyles.

C'est pourquoi, ont été proposés des procédés de formation des parois de microcapsules par polymérisation "in situ", c'est-à-dire dans le milieu où se trouvent les substances à enrober.

15 Un premier procédé très simple de fabrication par polymérisation "in situ" de microcapsules à parois synthétiques, consiste à disperser la substance à enrober (qui est liquide ou rendue liquide par solubilisation dans un solvant) au sein d'une solution aqueuse contenant un précondensat soluble
20 d'urée-formaldéhyde, puis à provoquer une polymérisation par condensation, et enfin, à précipiter le polymère formé par addition d'un acide.

Comme l'ont montré les multiples expériences de fabrication des parois de microcapsules, la dispersion de la substance à enrober au sein de la solution aqueuse du précondensat d'urée-formaldéhyde doit être soumise à une
25 agitation permanente, pendant que s'opère la polymérisation par condensation. Car, en l'absence d'une telle agitation, la dispersion devient instable, et l'on constate alors que les gouttelettes les plus fines de la substance à enrober se regroupent par un phénomène de coalescence, rendant pratiquement impossible le réglage de leur diamètre dont les dimensions deviennent très irrégulières, en allant du microscopique au macroscopique. Dès lors, il en est de même après l'encapsulation de ces goutte-
30 lettes, qui donne des produits encapsulés de dimension éminemment variable.

35 Or, il serait souhaitable qu'un tel procédé d'encapsulation conduise d'une part, à la formation de produits encapsulés de dimension régulière, et d'autre part à la reproduction de ces dimensions, d'une opération de production à une autre. Un tel procédé amélioré a été décrit dans le brevet français n° 2 332 798 qui vise la fabrication de microcapsules par enrobage

de matières particulières finement divisées au moyen d'enveloppes en matière polymère et qui consiste à préparer une dispersion de ces matières particulières dans un milieu aqueux contenant en solution un précondensat d'urée-formaldéhyde, puis à y introduire un mélange, soluble dans l'eau, d'un précondensat de mélamine-formaldéhyde et d'un polymère comportant de préférence des groupes alcool, amine, amide, acide ou dérivé d'acide, susceptibles d'être réticulés par ce précondensat, enfin à provoquer la réticulation, par une catalyse acide, des enveloppes de polymère formées autour des matières particulières.

10

Malgré les améliorations apportées par ce procédé aux divers inconvénients formulés précédemment, il subsiste malgré tout des difficultés résultant d'une certaine hétérogénéité de la dispersion, préjudiciable à la régularité du diamètre des microcapsules produites. L'instabilité de cette dispersion pourrait être réduite par l'usage d'agents tensio-actifs comme cela a été proposé et décrit, par exemple, dans le brevet français n° 2 093 646. Ce document propose un procédé d'encapsulation de substances finement dispersées dans un liquide à l'aide d'un polymère surfactif -réactif, qui comporte d'abord la dispersion de la dite substance dans un agent dispersant en présence du polymère surfactif-réactif, capable de former un composé insoluble dans ledit agent dispersant, puis l'insolubilisation du polymère surfactif-réactif, en provoquant la formation d'une suspension primaire de capsules, enfin l'ajout d'une solution d'un précondensat aminoplaste faiblement tensio-actif, dans la première suspension, entraînant la formation d'une suspension secondaire de capsules à parois renforcées.

15

20

25

30

35

Un tel procédé découle naturellement de l'observation des inconvénients décelés dans les publications antérieures. La première observation résulte de la nécessité de disperser finement les substances solides ou liquides à enrober dans la solution d'un condensat soluble au moyen d'une agitation mécanique appropriée, en présence du polymère surfactif-réactif, pendant que s'effectue la formation de l'enveloppe de manière que les particules dispersées le restent ou que les particules agglomérées soient à nouveau séparées les unes des autres avant d'être enrobées. Il est en effet notoirement connu que la solution du condensat soluble n'a pas la propriété de favoriser la fine dispersion des substances à enrober, et conduit à la fabrication de capsules plus ou moins grossières, présentant, en tout cas, une grande disparité dans leurs diamètres. La deuxième observation procède du fait que l'emploi d'une agitation mécanique adéquate pour créer

et maintenir l'état de dispersion appropriée au sein de la solution du condensat soluble, au moment de l'encapsulation, ralentit la formation de l'enveloppe polymère, régulière et épaisse, qui n'offre plus une résistance mécanique suffisante pour supporter sans dommage, c'est-à-dire sans éclatement, une telle agitation.

Ainsi, l'art antérieur conduit à cette première conclusion, qu'il n'est pas possible de fabriquer des microcapsules de faible diamètre, mais surtout de diamètre régulier, quels que soient les moyens mis en oeuvre dans les procédés employés. Car, pour obtenir une dispersion fine et assez régulière des substances à encapsuler, il faut soumettre le milieu de formation des dites capsules à une intense agitation, qui provoque l'éclatement d'au moins une fraction des microcapsules formées. En conséquence, le milieu de formation des dites capsules soumises à agitation doit l'être en présence d'au moins un agent protecteur qui, atténuant l'effet de dispersion, conduit à la réalisation de microcapsules grossières et irrégulières.

Un autre procédé de fabrication par polymérisation "in situ" de microcapsules à parois synthétiques a été proposé, qui consiste, selon une méthode de polymérisation interfaciale, à mettre en contact une phase contenant la substance à encapsuler et un réactif de polycondensation avec une autre phase non miscible à la première, qui contient un second réactif susceptible de réagir avec le premier en donnant un polycondensat. Or, comme la réaction entre les deux composés se produit, lors de la mise en contact des deux phases, à l'interface des gouttelettes et du milieu de dispersions, dès que l'enveloppe, même très mince est formée autour de la gouttelette, les deux composés sont séparés l'un de l'autre, empêchant la réaction de se poursuivre, et donnant naissance à des microcapsules à parois fragiles.

C'est en raison de cet inconvénient attaché à la polymérisation interfaciale, qu'un procédé amélioré d'encapsulation a été proposé dans le brevet français n° 2 413 123, qui préconise, selon un procédé en deux étapes, d'abord la dispersion dans une phase aqueuse, d'une phase organique contenant simultanément une substance hydrophobe liquide à encapsuler et au moins un réactif hydrophobe polyfonctionnel muni d'au moins un groupe carbonyle ou sulfonyle, puis, à provoquer la polycondensation du réactif hydrophobe avec au moins une amine polyfonctionnelle, initialement inhibée par salification, mais dont les fonctions amines sont libérées par ajout

d'un agent alcalin de force supérieure à celle de ladite amine, provoquant ainsi le déclenchement de la polycondensation. Mais, comme la réaction se produit pratiquement au moment même où la dispersion de la phase organique est réalisée au sein de la phase aqueuse contenant le réactif hydrophile, ce procédé conduit à la production de microcapsules de diamètres
5 très dispersés se situant entre 1 et 100 microns.

Ainsi, l'examen des diverses publications traitant des procédés d'encapsulation de substances actives diverses, au moyen de matières polymères,
10 révèle l'existence de nombreuses difficultés conduisant à des résultats souvent décevants, voire même médiocres, en raison des multiples inconvénients précédemment énumérés, tels que fragilité des parois des microcapsules, dispersion difficile des matières à enrober, polymérisation "in situ" des
15 matières polymères, constituant les parois, trop rapidement arrêtée par les phénomènes d'interface au sein des dispersions, enfin production de microcapsules à dimensions très irrégulières.

Or, si l'usage de la microcapsule est, ou peut-être répandu dans de très nombreux domaines d'applications, comme le laisse pressentir la littérature spécialisée, l'un des domaines où la microcapsule est particulière-
20 ment employée est celui des matériaux de reproduction par pression. Tel est, par exemple, le cas du matériau appelé "papier report" qui comporte en liasse une feuille supérieure, dont le verso est revêtu de microcapsules contenant une solution d'agents chromogènes, puis des feuilles inter-
25 médiaires dont les rectos sont recouverts d'un agent auxochrome, tel que par exemple une argile acide, une résine phénolique, etc..., pouvant réagir avec la solution chromogène, tandis que leurs versos sont revêtus, comme la première feuille, de microcapsules contenant lesdits agents chromogènes. La pression exercée sur les feuilles par dactylographie par exemple, pro-
30 voque la rupture des microcapsules, et l'agent chromogène ainsi libéré réagit avec l'agent auxochrome qui le révèle par l'apparition d'une couleur.

Mais comme la littérature spécialisée l'a abondamment décrit, les microcapsules peuvent contenir également des encres, des colorants, des réactifs
35 chimiques divers, des produits pharmaceutiques, des agents d'aromatisation, des pesticides, des herbicides, etc..., c'est-à-dire tout corps que l'on peut mettre en solution, en suspension dans une phase liquide, ou se trouvant lui-même dans cet état, et qui est enfermé dans une microcapsule à enveloppe polymère. Cette microcapsule doit conserver son contenu jusqu'à

sa libération volontaire par rupture, fusion, dissolution de sa paroi ou encore dans certains cas particuliers, par diffusion à travers la paroi de ladite capsule.

- 5 La libération du contenu de la microcapsule qui répond à un acte volontaire ne doit pas être provoquée d'une manière accidentelle par rupture prématurée de sa paroi. Tel est pourtant le cas décrit dans la littérature spécialisée, qui concerne les microcapsules destinées à des applications de reproduction graphique par pression, dont il est dit que les procédés
- 10 connus pratiqués pour leur fabrication, conduisent à des microcapsules à parois trop fragiles, se rompant, par exemple, lors de l'enduction des surfaces de papier selon les techniques d'imprimerie tels que l'Offset, l'Héliogravure et la Typographie.
- 15 Comme les microcapsules produites selon ces procédés le sont avec des diamètres très hétérogènes, les risques de rupture accidentelle par pression des microcapsules déposées sur une feuille discontinue ou non, sont multipliés par la présence de capsules de grande dimension.
- 20 C'est pourquoi l'homme de l'art, n'ayant pu apporter une solution raisonnable au problème soulevé par l'hétérogénéité des diamètres des microcapsules produites selon l'art antérieur, s'est attaché à les protéger lors de leur emploi, contre toute rupture accidentelle et libération prématurée de la substance incluse, au moyen de matériaux particuliers, tels que par
- 25 exemple des grains d'amidon, d'un diamètre supérieur à celui de la microcapsule la plus grande.

Pour accroître la résistance à la rupture accidentelle des microcapsules déposées sur un support papier par exemple destinée à la reprographie,

30 il a été proposé de revêtir ledit support, en mélange avec les microcapsules, d'une matière protectrice à base de fibres cellulosiques et de grains d'amidon, qui devrait laisser toute latitude de rupture volontaire des microcapsules par pression (par exemple par dactylographie) mais qui les protégeraient contre les actions mécaniques accidentelles, se produisant lors de frottements, de stockages.

35

Le principe édicté pour cette protection consiste à appliquer, sur le support choisi, les microcapsules et les matériaux protecteurs et à les lier au moyen d'une solution gélifiée d'amidon. Un tel procédé est décrit

par exemple dans le brevet français n° 2 170 687.

Ainsi, l'examen de l'Art Antérieur révèle que les procédés de microencapsulation, connus jusqu'à ce jour, conduisent à l'obtention de microcapsules
5 irrégulières, dont les parois sont, par voie de conséquence, plus ou moins fragiles.

Poursuivant ses recherches en ce domaine, la demanderesse a étudié et
mis au point un procédé d'encapsulation de substances diverses finement
10 dispersées dans une phase aqueuse, conduisant à l'obtention de microcapsules isodiamétrales, de diamètre réglé, contenant la substance à encapsuler.

Le procédé selon l'invention qui consiste à mettre en présence :

- 15 a) une solution aqueuse de polymères et/ou copolymères hydrosolubles comportant au moins l'une des fonctions chimiques appartenant au groupe constitué par les radicaux $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{CO-NH}_2$, $-\text{CO-NH-R}$, $-\text{CO-N}^{\text{R}}_{\text{R}}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$ et NRR' , constituant la matière de l'enveloppe réceptacle de la capsule,
- 20 b) et une solution de la substance à enrober dans au moins un solvant organique hydrophobe, de densité proche de 1, du groupe des solvants polyarylés,
- c) puis à soumettre à une agitation conséquente le milieu liquide ainsi constitué en dispersant le solvant porteur de la substance à enrober
25 au sein du solvant porteur de la matière enrobante, se caractérise en ce que le milieu liquide ainsi constitué est soumis à une action de cisaillement correspondant à un coefficient de cisaillement d'au moins $8000 \text{ seconde}^{-1}$.

30 Selon l'invention, l'action de cisaillement pratiquée sur le milieu liquide formé par la mise en présence et la dispersion de solvant porteur de la substance à enrober au sein du solvant porteur de la matière enrobante, se définit par un coefficient de cisaillement qui s'exprime généralement par la relation

$$35 \quad C = \frac{\varnothing \times 3,14 \times N}{60 \times e}$$

relation dans laquelle :

- $\varnothing$ est le diamètre exprimé en mètre d'un rotor, tel que par exemple une turbine,

- n est le nombre de tours réalisés par le rotor pendant l'unité de temps exprimée en minutes,
- et e est l'entrefer exprimé en mètre, mesurant la distance existant entre le rotor et un stator constitué par une couronne fixe entourant le rotor.

5

La demanderesse a constaté que le coefficient de cisaillement jouait un rôle important dans la réalisation des microcapsules isodiamétrales.

10

Si le coefficient de cisaillement est trop faible, c'est-à-dire inférieur à $8000 \text{ seconde}^{-1}$, les microcapsules obtenues ne sont pas isodiamétrales, et leur diamètre offre une dispersion très importante qui, pour 95 % d'entre elles, peut se situer, par exemple, entre 1 micron et 50 microns. En outre, les capsules ainsi obtenues possèdent une enveloppe d'épaisseur irrégulière, créant pour les plus grosses une fragilité accrue des parois.

15

Il semble, comme a pu le constater la demanderesse, que le coefficient de cisaillement ne puisse pas dépasser $70.000 \text{ seconde}^{-1}$, valeur pour laquelle il a été constaté un taux non négligeable de destruction des microcapsules formées.

20

C'est pourquoi, le coefficient de cisaillement est de préférence choisi entre $15000 \text{ seconde}^{-1}$ et $45000 \text{ seconde}^{-1}$.

25

La solution aqueuse des polymères et/ou copolymères, générateurs de l'enveloppe de la capsule, est, en générale, préparée par dissolution à chaud de ces matières, selon une température comprise entre 10°C et 100°C et de préférence entre 30°C et 60°C .

30

De même, la solution de la substance à enrober dans un solvant organique hydrophobe, ou dans un mélange de solvants organiques hydrophobes, est obtenue, en général, par dissolution à chaud de ladite substance, à une température comprise entre 10°C et 150°C , et de préférence comprise entre 80°C et 110°C .

35

Le mélange, constitué par la solution aqueuse de polymères et/ou copolymères générateurs de l'enveloppe de la capsule et par la solution dans le solvant organique hydrophobe de la substance à encapsuler, est porté à une température au moins égale à celle de l'ambiance, température choisie habituellement entre 15°C et 85°C , mais de préférence entre 35°C et 60°C .

Puis ledit mélange est alors soumis à l'action de cisaillement correspondant au choix du coefficient de cisaillement dans l'intervalle précédemment énuméré, par tout moyen connu de l'homme de l'art.

5 Mais la demanderesse a également observé, grâce aux nombreuses expérimentations qu'elle a réalisées pour étudier le procédé selon l'invention, qu'il était possible, non seulement de produire des microcapsules isodiamétrales, mais encore d'en régler volontairement le diamètre moyen, grâce
10 à un choix judicieux et précis dans l'intervalle précité de la température du mélange. Elle a en effet, constaté que selon le choix de la température à laquelle est porté le mélange de la solution aqueuse de polymères et/ou copolymères générateurs de l'enveloppe de la capsule et de la solution hydrophobe de la substance à encapsuler, l'action mécanique de cisaillement
15 pratiquée selon une valeur de coefficient choisi dans l'intervalle de $8000 \text{ seconde}^{-1}$ à $70000 \text{ seconde}^{-1}$, provoque la formation de microcapsules dont le diamètre moyen diminue quand la température du mélange augmente.

C'est ainsi que le diamètre moyen des microcapsules peut-être diminué, par exemple, dans un rapport de 5 à 1 quand la température du mélange des solutions, soumis à l'action mécanique de cisaillement, évolue dans un rapport
20 de 1 à 1,5.

Le temps pendant lequel le mélange, constitué par la solution aqueuse de polymères et/ou copolymères générateurs de l'enveloppe de la capsule et par
25 la solution dans le solvant organique hydrophobe de la substance à encapsuler, est soumis à l'action de cisaillement selon l'invention, est normalement compris entre 1 et 60 minutes, mais de préférence entre 20 et 35 minutes.

30 Dès lors, que les paramètres précédemment énumérés sont choisis dans les intervalles antérieurement précisés, le volume total du mélange, constitué par la solution aqueuse des polymères et/ou copolymères générateurs de l'enveloppe de la capsule et par la solution organique hydrophobe de la substance à enrober, qui est soumis à l'action de cisaillement selon l'invention, doit subir un nombre de passages, par recyclage, dans la zone de
35 cisaillement. On a pu établir que le nombre souhaitable de recyclage dudit volume total dans la zone de cisaillement devait être compris entre 10 et 200, mais de préférence entre 12 et 55.

La concentration, exprimée en pour cent en poids des polymères et/ou copolymères de la solution aqueuse génératrice de l'enveloppe de la capsule, est, en général, comprise entre 2 et 15 %, mais de préférence comprise entre 3 et 8 %.

5

De même, la concentration en pour cent en poids, au sein du solvant organique hydrophobe de la substance solubilisée à encapsuler est, en général, comprise entre 20 et 2 % et de préférence entre 10 et 5 %, hormis le cas où la substance à encapsuler est le solvant organique hydrophobe lui-même, représentant dans ce cas 100 % de substance à encapsuler.

10

Selon le procédé de l'invention, la solution aqueuse, contenant les polymères et/ou copolymères générateurs de l'enveloppe de la capsule, est mis en présence de la solution organique hydrophobe contenant la substance à enrober en une quantité telle que le rapport massique des polymères et/ou copolymères hydrosolubles et de la substance à enrober, soit compris entre 0,05 et 0,3.

15

La demanderesse a en effet vérifié, comme le laissait pressentir l'art antérieur, que, si ce rapport est inférieur à 0,05, il est pratiquement impossible d'effectuer l'encapsulation, par défaut de polymères et/ou copolymères, tandis que si ce rapport est supérieur à 0,3, il se produit une augmentation conséquente de la viscosité du milieu, empêchant l'action mécanique de cisaillement de se produire par la forte diminution de la transmission de l'énergie correspondante et conduisant ainsi à une sous-production de microcapsules. C'est pourquoi, le rapport massique des polymères et/ou copolymères hydrosolubles et de la substance à enrober est fixé, de préférence dans l'intervalle 0,07 à 0,15.

20

25

Après qu'ait été effectuée l'opération de cisaillement, c'est-à-dire après qu'ait été achevée la micro-encapsulation isodiamétrale de la substance à enrober, il importe que le pH de la suspension des microcapsules dans le milieu aqueux résultant du traitement soit amené à un optimum pour assurer la réticulation d'un précondensat, ajouté à ladite suspension, dans le but d'insolubiliser et de consolider les parois des microcapsules formées. Ce pH dépend de la nature des polymères et/ou copolymères choisis pour former les dites parois, mais aussi de celle des précondensats introduits pour réaliser la réticulation. Ainsi, on peut aisément déterminer par expérimentation les conditions de pH propres à chaque cas particulier.

30

35

Et la demanderesse par ce moyen, a pu établir que l'intervalle de pH souhaitable se situe, en général, entre les limites de 3,5 à 7,5, mais de préférence entre 4,8 et 6,5.

- 5 L'acide servant à ajuster le pH n'est pas critique et peut-être choisi, par exemple, dans le groupe des acides organiques tel que l'acide formique, l'acide acétique, l'acide oxalique, mais aussi dans celui des acides forts minéraux, tel que l'acide chlorhydrique.
- 10 Toutefois, si les polymères et/ou copolymères solubles dans l'eau, choisis pour constituer la paroi des microcapsules présentent une acidité naturelle, la quantité d'acide nécessaire pour ajuster le pH peut-être moindre et éventuellement nulle.
- 15 Le précondensat introduit, en tant qu'agent de réticulation, permettant ainsi d'insolubiliser les microcapsules produites, est choisi parmi ceux bien connu de l'homme de l'art, tels que par exemple, le formol, le formaldéhyde, les mélamines formaldéhydes, les urées-formaldéhydes, le glyoxal, le glutaraldéhyde.
- 20 Il peut être introduit en une seule fois ou encore par petite fraction en un certain temps, par exemple en 30 minutes.
- 25 Enfin, la suspension des microcapsules isodiamétrales ainsi insolubilisées est refroidie, le refroidissement amenant de préférence la température du milieu à la température ambiante.
- 30 Dès lors que la réticulation des matières d'enrobage est achevée et que la température du milieu a été souhaitablement abaissée, on peut élever le pH de la suspension des microcapsules isodiamétrales jusqu'à le rendre alcalin pour empêcher toute réaction ultérieure desdites matières, par introduction d'une solution aqueuse d'hydroxyde ou d'amines solubles dans l'eau.
- 35 En pratique, le procédé selon l'invention d'encapsulation de substances finement dispersées dans une phase liquide par formation de microcapsules isodiamétrales comporte les étapes suivantes :

a) Préparation d'une solution aqueuse des polymères et/ou copolymères

hydrosolubles comportant au moins l'une des fonctions OH, COOH, CO-NH₂, CONHR, CO-NRR', NH₂, NHR, NRR', destinée à former l'enveloppe des microcapsules, par dissolution à une température comprise entre 10°C et 100°C de 2 à 15 % en poids desdits polymères et/ou copolymères,

5

- b) Préparation d'une solution de la substance à enrober dans au moins un solvant organique hydrophobe par dissolution à une température comprise entre 10°C et 150°C, de 20 à 2 % en poids de ladite substance, quand ladite substance n'est pas le solvant organique hydrophobe lui-même,

10

- c) Mélange en l'absence de toute agitation de la solution aqueuse de polymères et/ou copolymères hydrosolubles, générateurs de l'enveloppe des microcapsules isodiamétrales, avec le solvant organique seul ou contenant en solution la substance à enrober, selon des quantités telles que le rapport massique des polymères et/ou copolymères hydrosolubles et de la substance à enrober soit compris entre 0,05 et 0,3,

15

- d) Réglage de la température du mélange précédent jusqu'à l'obtention de la température choisie pour produire les microcapsules isodiamétrales au diamètre souhaité,

20

- e) Soumission du mélange précédent, se trouvant porté à la température choisie, à une action de cisaillement correspondant à un coefficient d'au moins 8000 secondes⁻¹,

25

- f) Maintien du mélange précédent sous l'action de cisaillement pendant un temps de 1 à 60 minutes, de telle manière que le volume total dudit mélange subisse un nombre de passages par recyclage dans la zone de cisaillement compris entre 10 et 200,

30

- g) Dès la fin de l'action mécanique de cisaillement, réglage du pH de la suspension des microcapsules isodiamétrales dans le milieu aqueux résultant de cette action, dans l'intervalle de 3,5 à 7,5,

35

- h) Introduction dans la suspension précitée d'un agent de réticulation, tels qu'un précondensat de mélamine-formaldéhyde, urée-formaldéhyde, glyoxal, dans le but d'insolubiliser les parois des microcapsules et d'en renforcer leur résistance mécanique,

i) Abaissement de la température de la suspension aqueuse des microcapsules de préférence jusqu'à la température ambiante,

j) Eventuellement, élévation du pH de la suspension aqueuse des microcapsules jusqu'à le rendre alcalin.

Les polymères et/ou copolymères hydrosolubles, générateurs des parois des microcapsules isodiamétrales, obtenues selon le procédé de l'invention, disposant au moins de l'une des fonctions hydroxyles (-OH), amine primaire (-NH₂), secondaire (-NHR) ou tertiaire (-NRR'), amide primaire (-CONH₂), secondaire (-CONHR) ou tertiaire (-CONRR') dans lesquels les radicaux R et R' sont des alkyles, des aryles ou des alkylaryles, acide (-COOH) ou dérivé d'acide.

Des exemples de polymères et/ou copolymères hydrosolubles préférés peuvent être cités, tels que les polymères et/ou copolymères dérivés de la cellulose, par exemple l'hydroxypropylcellulose, la méthylhydroxypropyl-cellulose, les carboxyméthylcellulose ; les protéines et leurs dérivés, telles que les gélatines par exemple l'agar-agar, la gomme arabique ; les polymères et/ou copolymères à base de mélamine et de formaldéhyde, ou d'urée et de formaldéhyde ; les polyacides ; les polyesters ; les copolymères d'anhydrides, par exemple, d'éther polyvinyl méthylque et d'anhydride maléique ou de polyéthylène et d'anhydride maléique ; les polyacrylamides ou les copolymères d'acrylamide, par exemple, les copolymères d'acrylamide et d'acide acrylique.

Le choix des polymères et/ou copolymères hydrosolubles, destinés à former la substance enrobante des microcapsules doit être provoqué non seulement par leurs propriétés chimiques, telle que par exemple l'absence de réactivité à l'égard de la substance à enrober, mais également par leur propension à s'opposer à la formation d'une dispersion stable de fines gouttelettes.

De nombreuses substances peuvent être encapsulées selon le procédé de l'invention qui permet d'enfermer, dans une capsule non réactive à l'égard de cette substance, des matières se présentant sous différents états liquide, solide, pâteux, etc..., telles que les encres, les colorants, les colles, les parfums, les produits phytosanitaires et les produits pharmaceutiques à effet retardé, les réactifs chimiques, les matières odoriférantes, dont on veut empêcher le dégagement des fortes odeurs avant leur emploi, les

produits ignifugés, tels les dérivés bromés, libérés par thermofusion des microcapsules, etc...

Comme cela a déjà été exprimé, les substances à encapsuler sont généralement solubilisées dans un solvant organique hydrophobe, ou dans un mélange de solvants organiques hydrophobes, ayant une densité proche de 1, de telle manière que les solutions porteuses de la substance enrobante et de la substance à enrober, puissent être intimement brassées par un fort mouvement d'agitation pour assurer une fine dispersion de l'une et l'autre solutions mises en contact. Mais il est également possible que les substances à encapsuler soient directement introduites dans la solution aqueuse des polymères et/ou copolymères hydrosolubles, sous réserve de n'être pas solubles dans ce milieu et d'être chimiquement inactif à son égard. Dans ce cas les substances à encapsuler sont très finement divisées si elles sont dans un état solide ou bien sont très finement dispersées sous la forme de microscopiques gouttelettes quand elle sont sous forme liquide. Ce peut-être le cas, par exemple, dans la micro-encapsulation isodiamétrale d'un solvant organique hydrophobe.

Les solvants organiques hydrophobes, utilisés en tant qu'agents de solubilisation de la substance à enrober, appartiennent généralement aux grands groupes substitués ou non des alkyles, des alkyles halogénés, des alkyles phosphates, des alkyles aryles, des aryles, des polyaryles, des alkyles polyaryles, des esters, ou leurs mélanges etc... tels que par exemple, les huiles de parafine, les parafines chlorées, le trichlorobenzène, le nitrobenzène, le trichloréthylphosphate, le tricrésylphosphate, le di-n-butylphtalate, le di-n-octylphtalate, les esters de l'acide maléique, les terphényles partiellement hydrogènes, les mélanges de dibenzylbenzène, les polyalkylbenzène linéaires de 10 à 14 atomes de carbone en mélange avec du kérosène, les diphényl polyhalogénés tels que le trichlorodiphényl, les alkylnaphtalènes tel que le mono-isopropylnaphtalène, les dérivés du diarylméthane, du triarylméthane, les polyphénols liquides, les éthers de pétrole, etc...

Comme cela a été antérieurement exprimé, l'invention concerne également le produit nouveau constitué par les capsules isodiamétrales, mais aussi des matériaux d'enregistrement ou de transferts, sensibles à la pression, que l'on obtient par le dépôt continu ou par zone sur au moins une face d'un support approprié, d'une couche de capsules isodiamétrales selon l'inven-

tion, par l'application des procédés d'enduction ou d'impression, par les techniques papetières et d'imprimerie, et églament par les techniques pratiquées dans les domaines des tissus non tissés, des tissés et des films plastiques.

5

Ainsi, dans le but de réaliser des documents multiples, dit à liasse, dans le domaine des papiers appartenant à la catégorie des papiers autocopiants chimiques autonomes, ou chimiques contacts, la demanderesse s'est attachée à exploiter les microcapsules isodiamétrales selon l'invention en développant leur application, dans les procédés connus de traitements superficiels des papiers par exemple, depuis le plus simple jusqu'au plus sophistiqué.

Pour réaliser de tels documents, une première technique employée est celle de l'enduction qui consiste en un dépôt sur au moins une face du support papier, d'une couche de microcapsules isodiamétrales en une quantité appropriée et une épaisseur régulière.

Pour ce faire, une suspension aqueuse de microcapsules isodiamétrales est placée dans la zone d'alimentation du poste d'enduction. Ladite suspension est formée de microcapsules isodiamétrales, ainsi que de charges, telles que par exemple de l'amidon cru, des fibres de cellulose, et liants, tels que par exemple de l'amidon cuit, selon une concentration d'environ 40 % en matière sèche.

25

La suspension de microcapsules est déposée en excès sur le support papier au moyen de divers dispositifs, tels que trempage et prise par rouleau plongeur. Puis elle est ensuite dosée et régulièrement étalée sur le support papier au moyen d'un dispositif approprié qui en élimine l'excédent.

30

Divers procédés d'enduction ont été pratiqués par la demanderesse et sont décrits ci-après à titre d'illustration.

- Un premier procédé, appelé "Size-press" se classant dans la catégorie des dispositifs à enduction à rouleaux, réalisait le dépôt, le dosage et l'étalement de la suspension en une seule opération dans la zone de serrage des presses. Cette zone de serrage des presses était constituée, de deux cylindres horizontaux, l'un étant revêtu d'un matériau dur, tel qu'un caoutchouc de dureté 95° shore, l'autre étant recouvert d'un maté-

35

riaux moins dur, tel qu'un caoutchouc de dureté 90° shore. Le support papier à enduire passait entre les deux cylindres, dont l'un au moins était entraîneur, tandis que la suspension des microcapsules isodiamétrales était conduit au dessus des deux rouleaux, puis placée dans l'espace tangentiel délimité par les surfaces desdits rouleaux. Ainsi, selon cette disposition, le support papier était enduit par la suspension des microcapsules avant de pénétrer dans la zone de serrage des deux cylindres, et de ce fait, la suspension d'enduction était portée instantanément à la vitesse du papier.

Un autre procédé, se classant dans la catégorie des dispositifs à enduction à lame, tels que par exemple à lame d'air ou à barre rotative égalisatrice, réalisait le dépôt, le dosage et l'étalement de la suspension sur le support papier en deux opérations. Dans le cas, par exemple, du dispositif à enduction à barre rotative égalisatrice, la suspension des microcapsules était prélevée par un cylindre enducteur, puis déposée par contact sur le support papier, ledit cylindre pouvant tourner dans le même sens ou dans le sens inverse de la propagation dudit support. Puis le dosage et l'étalement de la couche déposée étaient ensuite assurés au moyen d'un cylindre raclant rotatif, de petit diamètre, tournant dans le sens inverse de la propagation du support enduit.

D'autres procédés d'enduction, bien connus de l'homme de l'art, ont également été expérimentés ou sont susceptibles de l'être avec d'excellents résultats. Procédés entrant dans les catégories précitées, ils portent noms de procédés MASSEY, Reverse Roll, Offset gravure.

Mais encore, pour réaliser des documents multiples, dit à liasse, à support papier par exemple, par dépôt d'une couche de microcapsules isodiamétrales selon l'invention, une autre technique mise en oeuvre par la demanderesse, est celle de l'impression qui consiste à reporter successivement une même image sur le support, tout en réservant sur ledit support des zones non-imprimées, appelées "réserves".

Divers procédés d'impression qui ont pour nom, Typographie, Flexographie, Héliogravure et Offset, ont été expérimentés par la demanderesse, mettant en oeuvre une suspension de microcapsules liées, d'une concentration en matière sèche d'environ 40 %, de composition qualitative telle qu'elle a été exprimée antérieurement.

Le procédé d'impression par Typographie utilisait un dispositif dont les parties imprimantes en relief étaient de même hauteur et dans le même plan. La suspension des microcapsules isodiamétrales à déposer sur le support papier, placée dans un réceptacle approprié, était prélevée par un premier cylindre qui la transférait par une batterie de cylindre de distribution, jusqu'au cylindre d'impression, muni d'une enveloppe rigide comportant en relief l'image à reproduire sur le support papier, maintenu en contact avec ledit cylindre au moyen d'un rouleau presseur.

Un autre procédé d'impression dit procédé par Flexographie, a également été expérimenté. Le dispositif utilisé, comportait un premier cylindre prélevant la suspension des microcapsules isodiamétrales dans un récipient adéquate, qui transférait par contact ladite suspension au cylindre d'impression, muni d'une enveloppe souple comportant en relief l'image à reproduire. Le support-papier à traiter était maintenu en contact avec le cylindre d'impression grâce à un autre cylindre, dit cylindre presseur.

Puis le procédé d'impression par Héliogravure, expérimenté par la demanderesse, a fait usage d'un dispositif comportant un cylindre d'impression, dont la surface est gravée en creux selon la forme de l'image à reproduire. La suspension des microcapsules isodiamétrales placée dans un bac approprié, était prélevée par le cylindre gravé, lors de l'immersion partielle, par pénétration dans les alvéoles, tandis que l'excédent de ladite suspension était éliminé par l'intermédiaire d'un racle. Enfin, le support-papier à imprimer était mis directement en contact avec le cylindre gravé grâce à un cylindre de contre pression.

Enfin, la demanderesse a également pratiqué, avec les microcapsules isodiamétrales selon l'invention, le procédé d'impression Offset. Le dispositif d'impression utilisé comportait un cylindre de prélèvement de la suspension des microcapsules placée dans un réceptacle approprié, puis une batterie de cylindres de distribution transférait la suspension des microcapsules du cylindre de prélèvement, au cylindre porteur du cliché. Ensuite le cylindre, appelé "porte-blanchet", muni d'une enveloppe caoutchouteuse, assurait le report de l'impression du cylindre porteur du cliché sur le support papier maintenu en contact avec le "porte-blanchet" au moyen d'un cylindre presseur, appelé "cylindre de marge".

Toutefois, dans le cas particulier de l'application des microcapsules iso-

diamétrales selon le procédé Offset, la phase aqueuse de la suspension des microcapsules isodiamétrales a été remplacée par au moins un solvant organique, préférentiellement hydrophile, ou par un mélange de solvants, appartenant par exemple à la famille des glycols, tandis que les parois
5 des microcapsules isodiamétrales avaient été préalablement renforcées. Dès lors, la suspension de microcapsules isodiamétrales utilisées dans le procédé Offset, l'était dans un solvant ou un mélange de solvants organiques, à une concentration de matière sèche de l'ordre de 40 %.

10 Dès lors, que le support-papier a été enduit en continu ou par zones, si nécessaire redressé et enfin séché, il était découpé, liassé et soumis à un test de transfert par dactylographie, permettant de mesurer la qualité du transfert qui s'est révélé excellent jusqu'à la huitième feuille, tandis que les liasses ainsi testées ne présentaient aucun maculage par
15 éclatement accidentel ou prématuré des microcapsules isodiamétrales déposées.

L'invention sera mieux comprise et sa portée plus facilement appréciée grâce aux exemples présentés à titre illustratif.

20

EXEMPLE 1 :

Dans cet exemple, la demanderesse a réalisé la production de microcapsules isodiamétrales selon l'invention au moyen d'un micro-pilote de laboratoire.

25 Pour ce faire, on a utilisé un réacteur de 1500 millilitres du type "Prolabo" à axe vertical, muni d'une agitation à ancre et d'une turbine "Polytron" type PTA 10/35 d'un diamètre de 15 millimètres.

a) Préparation de la solution aqueuse contenant le polymère générateur des
30 parois des microcapsules.

On a introduit successivement dans ce réacteur 430 millilitres d'eau désionisée, et 21,8 g d'une solution de NaOH à 50 % et le mélange a été porté à la température de 50°C.

35 On a alors introduit progressivement dans la solution alcaline précédente, 28,5 g d'un copolymère d'Ethylène-anhydride maléique de masse molaire moyenne d'environ 30000, en un temps de l'ordre de 5 minutes, et le mélange ainsi réalisé a été soumis à une agitation lente pendant 30 minutes, temps nécessaire à la dissolution complète du copolymère précité.

A la fin de l'opération de dissolution, on a ajouté au mélange précité 16,8 g de N-Butylamine pour élever le pH du milieu à la valeur de 9-10 environ, tout en le maintenant sous agitation lente, c'est-à-dire 30 à 50 tours par minute de l'agitateur à ancre.

5

b) Préparation de la solution organique hydrophobe de la substance à enrober.

Pendant ce temps, on a préparé dans un autre réacteur muni d'une agitation et d'un moyen de chauffage, la solution organique hydrophobe contenant la substance à enrober.

10

Pour cela, on a introduit dans ce deuxième réacteur 286 g de Terphényl hydrogéné que l'on a porté à 100°C sous forte agitation de 100 tours/minute, puis on y ajoutait 18,9 g d'un agent chromogène (color-former) à encapsuler, constitué par le mélange de quatre colorants entrant dans la composition à raison des pour cents en poids ci-après.

15

Lactone de violet cristallisé (bleu Pergascript I 2R)	21 %
Bleu de Benzoyl-Leuco-Méthyle (bleu Pergascript S 4G)	17 %
Rouge de Phtalide (rouge Pergascript I6B)	11 %
Vert de Fluorane (olive Pergascript IG)	51 %

20

25

Tous ces colorants ont été prélevés dans la série PERGASCRIP de la Société CIBA-GEIGY.

30 c) Production des microcapsules isodiamétrales.

On a ensuite réalisé le mélange, en dehors de toute agitation, des deux solutions précitées, en introduisant la solution organique hydrophobe de la substance à enrober dans la solution aqueuse du copolymère précité, contenue dans le réacteur Prolabo de 1500 millilitres, puis l'on a réglé la température du mélange à 50°C.

35

On a alors soumis pendant 10 minutes, le mélange de ces deux solutions à une action mécanique de cisaillement correspondant à un coefficient de cisaillement de 45000 seconde⁻¹, en utilisant la turbine Polytron

précitée, tout en maintenant le milieu à une température de $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

5 Après l'écoulement de ces 10 minutes, au cours duquel se sont formées les microcapsules isodiamétrales, on a arrêté l'action mécanique de cisaillement, et on l'a remplacée par une agitation lente, provoquée par l'agitation à ancre tournant à une vitesse de 30 à 50 tours/minute.

10 Puis, l'on a ajouté à la suspension des microcapsules isodiamétrales ainsi obtenues, une solution aqueuse d'acide acétique, formée de 26 g dudit acide à 80 % et de 85 g d'eau désionisée, abaissant le pH de la suspension à 6 - 6,2 pour permettre la réticulation ultérieure des parois des microcapsules.

15 La suspension ainsi acidifiée a été maintenue sous cette lente agitation et à la température de $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant une heure et demi.

20 Au bout de ce temps, on a introduit dans la suspension aqueuse des microcapsules isodiamétrales, 68 g d'une solution aqueuse à 45 % d'un précondensat de mélamine formaldéhyde, et, tout en maintenant le milieu sous agitation lente, on en a élevé la température à 75°C et on l'a maintenue à ce niveau pendant deux heures.

25 Au bout de ce temps pendant lequel s'était opérée la réticulation des parois des microcapsules, on a abaissé la température de la suspension des microcapsules réticulées à la température ambiante (20°C), puis introduit 14 g d'une solution aqueuse d'ammoniaque à 30 % afin d'amener le milieu à un pH de 7.

30 On a ainsi obtenu une suspension aqueuse de microcapsules, ayant une concentration en matière active de 41 %.

35 Les microcapsules ainsi produites étaient isodiamétrales car elles avaient un diamètre compris entre 2 et 5 microns pour 80 % d'entre elles et elles n'offraient aucune agglomération, tandis-qu'il est courant d'obtenir, par les procédés de l'art antérieur, des capsules dont les diamètres sont distribués entre 5 et 50 microns pour 80 % d'entre elles, avec la présence de nombreux agglomérats.

EXEMPLE 2 :

Dans cet exemple, la demanderesse a réalisé la fabrication de micro-capsules isodiamétrales selon l'invention, au moyen d'une installation industrielle.

5

Le réacteur utilisé à cet effet, avait un diamètre de 1500 millimètres, une hauteur de 2000 millimètres, et offrait un volume utile de 2 mètres cubes. Il était muni d'un agitateur à ancre, tournant à une vitesse de 12 tours par minute et d'une turbine développant un coefficient de cisail-

10

a) Préparation de la solution aqueuse contenant le polymère générateur des parois des microcapsules.

15

On a introduit successivement dans ce réacteur 0,43 m³ d'eau désionisée et 21,8 kg d'une solution de NaOH à 50 % qui ont été portés à 50°C + 0,5°C. Puis on a introduit 28,5 kg de copolymère d'éthylène et d'anhydride maléique, de masse molaire moyenne 30000 environ, en un temps de 5 minutes. Le mélange était alors soumis à une agitation lente pendant 30 minutes.

20

A la fin de ce temps, on a ajouté sous une agitation lente du milieu 16,8 kg de N-Butylamine amenant le pH à la valeur 9-10.

25

b) Préparation de la solution organique hydrophobe de la substance à enrober.

30

On a préparé parallèlement, dans un autre réacteur muni d'un agitateur à ancre et d'un moyen de chauffage, la solution organique hydrophobe contenant la substance à enrober, en introduisant dans cet autre réacteur 286 kg de Terphényl hydrogéné, que l'on a porté à la température de 100°C, tout en pratiquant une forte agitation, et en y ajoutant 18,9 kg d'un agent chromogène (color Former) à encapsuler, composé de deux colorants entrant dans la composition à raison des pour cent en poids suivant :

35

Lactone violet cristallisé	60 %
Bleu benzoylé leucométhylène	40 %

Ces colorants appartenaient à la série PERGASCRIP de la Société CIBA-GEIGY.

c) Production des microcapsules isodiamétrales.

Le mélange des deux solutions précitées a alors été réalisé, en dehors de toute agitation par introduction, dans le réacteur de deux mètres cubes, de la solution organique hydrophobe au sein de la solution aqueuse contenant le copolymère précité. Et la température du mélange était réglée à $50^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

On a alors soumis le mélange des deux solutions, maintenu à cette température, à une action mécanique de cisaillement pendant un temps de 27 minutes, par usage de la turbine, correspondant à un coefficient de cisaillement de 16000seconde^{-1} . Le volume total du mélange des deux solutions précitées subissait 24 recyclages dans la zone de cisaillement.

On a ainsi obtenu, après ce temps de 27 minutes, une suspension aqueuse de microcapsules, qui était placée sous agitation lente, et à laquelle on a ajouté une solution aqueuse d'acide acétique (26 kg d'acide à 80 % et 85 kg d'eau désionisée), pour amener le pH de la suspension à 6-6,2 et permettre la réticulation ultérieure des parois des microcapsules.

La suspension acidifiée des microcapsules a été maintenue sous agitation lente pendant 1 heure et 30 minutes, puis a été traitée par introduction de 68 kg d'une solution aqueuse à 45 % d'un précondensat de mélamine-formaldéhyde et a été portée à la température de 75°C , sous agitation lente, et maintenue à cette température pendant deux heures.

Après achèvement de la réticulation des parois des microcapsules, la température de la suspension des microcapsules a été abaissée à la température de 25°C et l'on a introduit 14 kg d'une solution aqueuse à 30 % d'ammoniaque pour amener le pH du milieu à 7.

On a ainsi obtenu une suspension aqueuse de microcapsules à 41 % de concentration en matière active.

Les microcapsules obtenues étaient isodiamétrales, exemptes de toute agglomération, leur diamètre se situant entre 2 et 5 microns pour 80 % d'entre elles, tandis que 50 % d'entre elles avaient un diamètre moyen de 3,5 microns et ne révélait aucune agglomération.

Les diamètres des microcapsules isodiamétrales produites selon l'invention ont été déterminés par l'application du principe de COULTNER, en utilisant un appareil du type COULTNER-COUNTER Mod TA 11.

5 EXEMPLE 3 :

Cet exemple a la vertu d'illustrer l'influence fondamentale de la température sur le diamètre moyen des microcapsules isodiamétrales, obtenues selon le procédé de l'invention, en permettant d'en régler volontairement cette dimension.

10

En utilisant le réacteur de 1500 millilitres, type prolabo et en opérant exactement selon les temps, les températures, compositions, agitations, et actions de cisaillement de 45000 seconde⁻¹, pratiqués dans l'exemple 1, la demanderesse a réalisé 6 essais de production de microcapsules en soumettant le mélange de la solution aqueuse du copolymère éthylène-anhydride maléique et de la solution de l'agent chromogène dans le terphényl hydrogéné, à l'action de cisaillement précitée, pour des températures variant de 30°C à 60°C au moment de cette action.

15

Pour chacun de ces essais, le diamètre des microcapsules produites a été exprimé en micron pour 50 % d'entre elles et les résultats obtenus ont été consignés dans le tableau ci-après.

20

25

30

Numéro de l'essai	Température en °C pendant l'action de cisaillement	Diamètre en micron à 50 % de capsules
1	30	13,0
2	35	9,4
3	40	7,0
4	45	4,5
5	50	3,5
6	60	3,0

35

Pour chacun de ces essais, les microcapsules produites selon le procédé de l'invention, étaient isodiamétrales. Et l'élévation de la température du milieu au moment de l'action mécanique de cisaillement provoquait la diminution du diamètre moyen desdites microcapsules de 4 à 1 pour une élévation de température de 1 à 2 en pratiquant le même coefficient de cisail-

lement de 45000 seconde $^{-1}$ pendant le même temps de cisaillement fixé à 10 minutes.

EXEMPLE 4 :

5 Cet exemple illustre la fabrication de matériaux de transferts sur support papier, du type réactif chimique, destinés à faire des duplicatas en liasse de 8 exemplaires par le procédé d'enduction à barre rotative égalisatrice.

10 On a d'abord préparé, dans un récipient muni d'une agitation lente, une suspension liée de microcapsules isodiamétrales produites selon l'exemple 2.

Cette suspension liée comportait :

- 15 - 780 kg de la suspension de microcapsules à 41 % de matières actives
- 153 kg d'une solution aqueuse à 17 % en poids d'amidon cuit
- 33 kg de fibres de cellulose de diamètre moyen 40 microns
- 33 kg, enfin, d'une fine poudre d'amidon cru, de diamètre moyen 15 microns.

20

Puis ladite suspension liée de microcapsules a été introduite dans la cuve d'alimentation d'un poste d'enduction d'une coucheuse à barre rotative égalisatrice.

25 La suspension liée des microcapsules isodiamétrales était prélevée par un cylindre enducteur partiellement immergé, de diamètre 250 millimètres, tournant à une vitesse de 25 tours par minute, puis elle était déposée par contact sur le verso d'un support-papier, d'un grammage de 52 g/m², dont le recto avait été préalablement enduit d'une charge réactive d'argile acide selon les techniques papetières bien connues de l'homme de l'art.

30

Le support-papier avait 1100 millimètres de laize et était animé d'une vitesse de défilement de 200 mètres à la minute.

35 Le dosage et l'étalement de la couche de suspension liée des microcapsules isodiamétrales, déposée sur le verso du support-papier, étaient assurés au moyen d'une barre rotative, de diamètre 8 millimètres, tournant à la vitesse de 10 tours par minute dans le sens inverse de la propagation du support-papier.

Puis le support-papier fraîchement enduit, pénétrait dans un séchoir-tunnel dont le gradient de température se répartissait de 100 à 150°C.

Enfin le support-papier séché était redressé et conditionné selon les techniques bien connues de l'homme de l'art.

Dès la fin de ces opérations, on a vérifié que le support-papier avait reçu une enduction sur verso de 4 g/m².

Après découpe et constitution de liasses de 8 feuillets, on a réalisé un test de transfert par dactylographie, révélant une excellente transmission des caractères jusqu'au huitième feuillet.

Les liasses ainsi testées ne présentaient aucun défaut de maculage par éclatement accidentel ou prématuré des microcapsules isodiamétrales, fabriquées selon le procédé de l'invention.

EXEMPLE 5 :

Cet exemple illustre la fabrication de matériaux de transfert sur support-papier, du type réactif chimique, destinés à faire des duplicata en liasse de 8 exemplaires selon le procédé d'impression par Flexographie.

On a utilisé, pour cette application, la même suspension liée de microcapsules isodiamétrales que celle préparée et décrite dans l'exemple 4, qui a été placée dans le réceptacle approprié du poste d'impression par Flexographie du dispositif utilisé.

Ce dispositif comportait un premier cylindre de prélèvement de la suspension liée des microcapsules, de diamètre de 200 millimètres, à trame hélicoidale, disposant d'un nombre de hachures de 120 par pouce linéaire, de profondeur de taille de 0,055 millimètres, qui tournait à la vitesse de 470 tours par minute. Le cylindre était muni d'un racle évacuant l'excès de la suspension liée des microcapsules.

Ce cylindre de prélèvement transférait, par contact, ladite suspension au cylindre porteur du cliché, muni d'une enveloppe souple comportant en relief l'image à reproduire, de même diamètre que le précédent et tournant à la même vitesse.

Le support-papier, d'un grammage de 40 g/m², dont le recto avait été préalablement enduit par zone d'une charge réactive d'argile acide, était maintenu, côté verso, en contact avec le cylindre porteur du cliché au moyen d'un cylindre presseur et tournant à la même vitesse que celui-ci.

5

Le support-papier avait 520 millimètres de laize et défilait à une vitesse de 180 mètres par minute.

10

A la sortie de la zone d'impression, le support-papier passait dans un séchoir à infra-rouge, de longueur d'onde de 1 micron, développant une puissance de sèche de 20 KW/H.

15

Le dosage et l'étalement de la suspension liée des microcapsules isodiamétrales étaient très réguliers et le verso du support-papier était revêtu pour les zones concernées, après impression et séchage, d'une couche représentant 7,5 g/m².

20

Après découpe et constitution de liasses de 16 feuillets, on a réalisé un test de transfert par dactylographie qui a révélé une excellente transmission des caractères jusqu'au seizième feuillet.

25

Les liasses, après l'exécution de ce test, ne présentaient aucun défaut de maculage par éclatement accidentel ou prématuré des microcapsules isodiamétrales selon l'invention.

30

EXEMPLE 6 :

Cet exemple illustre la fabrication de matériaux de transfert sur support-papier du type réactif chimique, destiné à faire des duplicata en liasses de 8 exemplaires selon le procédé d'impression Offset.

35

Pour cette application, on a utilisé la même suspension aqueuse des microcapsules isodiamétrales que celle produite dans l'exemple 1. Toutefois la phase aqueuse de cette suspension a été remplacée par du mono-propylène-glycol, tandis que les parois des microcapsules isodiamétrales étaient renforcées par le même copolymère ayant servi à l'encapsulation.

Dès lors, la suspension des microcapsules isodiamétrales, utilisée dans le procédé Offset avait la composition suivante en pour cent en poids :

microcapsules isodiamétrales en sec	45 %
-------------------------------------	------

solvant : monopropylène-glycol 55 %

5 Le dispositif Offset utilisé comportait un cylindre de prélèvement de la suspension des microcapsules, placée dans un réceptacle approprié, puis une batterie de cylindres de distribution transférait la suspension des microcapsules isodiamétrales du cylindre de prélèvement au cylindre porte-cliché, enfin un cylindre dit "porte-Blanchet" muni d'une enveloppe de caoutchouc, assurait le report de l'impression du cliché sur le support-

10

Enfin, le support papier était maintenu en contact avec le cylindre "porte-Blanchet" grâce au cylindre presseur, appelé "cylindre de marge".

15

Les cylindres porte-cliché, "porte-Blanchet et "de marge" avaient un diamètre de 22 pouces et étaient animés d'une vitesse de rotation de 100 tours par minute.

20

Le support-papier, d'un grammage de 52 g/m², dont le recto avait été préalablement enduit par zone d'une charge réactive d'argile acide, était maintenu côté verso, en contact avec le cylindre "porte-Blanchet".

25

Le support-papier avait une laize de 520 millimètres et défilait à une vitesse de 180 mètres par minute.

A la sortie de la zone d'impression, le support-papier passait dans un séchoir à infra-rouge, de longueur d'onde 1 micron, développant une puissance de sèche de 20 KW/h.

30

Le dosage et l'étalement de la suspension des microcapsules isodiamétrales étaient très réguliers et le verso du support-papier revêtu pour les zones concernées, après impression et séchage, d'une couche de 4 g/m².

35

Après découpe et constitution des liasses de 8 feuillets, on a réalisé le même test de transfert par dactylographie que dans les exemples 4 et 5. Ce test a révélé une très bonne transmission des caractères, même sur le huitième feuillet.

Les liasses, après exécution de ce test, ne présentaient aucun défaut de maculage, par éclatement accidentel ou prématuré des microcapsules isodiamétrales selon l'invention.

REVENDEICATIONS

- 1) Procédé de microencapsulation de substances diverses, telles que des agents aromatiques, des colorants, des encres, des réactifs chimiques, des produits pharmaceutiques et phytosanitaires, des produits ignifugés, des colles, finement dispersées dans une phase aqueuse, dans le but d'obtenir des microcapsules simultanément isodiamétrales et de diamètre réglé, qui consiste à mettre en présence une solution aqueuse de polymères et/ou copolymères hydrosolubles comportant au moins l'une des fonctions chimiques appartenant au groupe constitué par les radicaux $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{CONH}_2$, $-\text{CONHR}$, $-\text{CONRR}'$, $-\text{NH}_2$, NHR , et $-\text{NRR}'$, constituant la matière de l'enveloppe-réceptacle de la capsule, et une solution des substances à enrober dans au moins un solvant organique hydrophobe, de densité proche de 1, du groupe des solvants polyaryles, puis à soumettre à une agitation conséquente le milieu liquide ainsi constitué en dispersant le solvant porteur de la substance à enrober au sein du solvant porteur de la matière enrobante, caractérisé en ce que le milieu liquide ainsi constitué est soumis à une action mécanique de cisaillement correspondant à un coefficient de cisaillement d'au moins $8000 \text{ seconde}^{-1}$.
- 2) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que le milieu liquide constitué par le solvant porteur de la matière enrobante et le solvant porteur de la substance à enrober, est soumis à une action de cisaillement correspondant à un coefficient de cisaillement compris entre $8000 \text{ seconde}^{-1}$ et $70000 \text{ seconde}^{-1}$, mais de préférence compris entre $15000 \text{ seconde}^{-1}$ et $45000 \text{ seconde}^{-1}$.
- 3) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que le milieu liquide constitué par le solvant porteur de la matière enrobante et le solvant porteur de la substance à enrober, est amené, avant l'action de cisaillement, à une température choisie entre 15°C et 85°C et de préférence entre 35°C et 60°C , puis est maintenu à cette température pendant l'action de cisaillement.
- 4) Procédé de microencapsulation selon la revendication (3), caractérisé en ce que l'on diminue le diamètre moyen des microcapsules isodiamétrales en portant le milieu liquide avant l'action de cisaillement à une température choisie dans les hautes valeurs de l'intervalle retenu,

et en le maintenant à cette température pendant l'action de cisaillement.

- 5) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que le milieu liquide, constitué par le solvant porteur de la matière enrobante et le solvant porteur de la substance à enrober, est soumis à l'action de cisaillement pendant un temps compris dans l'intervalle de 1 à 60 minutes, mais de préférence de 20 à 35 minutes.
- 6) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que le volume total du milieu liquide constitué par le solvant porteur de la matière enrobante et le solvant porteur de la substance à enrober, est soumis à un nombre de recyclages dans la zone de cisaillement compris entre 10 et 200, mais de préférence entre 12 et 55.
- 7) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1), caractérisé en ce que la solution aqueuse des polymères et/ou copolymères est préparée par dissolution à chaud de ces matières à une température comprise entre 10°C et 100°C, mais de préférence entre 30°C et 60°C.
- 8) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que la solution de substances à enrober dans au moins un solvant organique hydrophobe est obtenue par dissolution à chaud de ladite substance, à une température comprise entre 10°C et 150°C, et de préférence entre 80°C et 110°C.
- 9) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que la solution aqueuse des polymères et/ou copolymères est à une concentration en pour cent en poids de matière sèche comprise entre 12 et 15 % mais de préférence entre 3 et 8 %.
- 10) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que la concentration en pour cent en poids de la solution de substance à enrober dans au moins un solvant organique hydrophobe, est comprise entre 20 % et 2 %, mais de préférence entre 10 et 5 %, et est de 100 % quand la substance à enrober est le solvant organique hydrophobe lui-même.
- 11) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en

ce que la solution aqueuse contenant les polymères et/ou copolymères, mise en présence de la solution organique hydrophobe contenant la substance à enrober, l'est en une quantité telle que le rapport massique des polymères et/ou copolymères hydrosolubles et de la substance à enrober soit compris entre 0,05 et 0,3 et de préférence entre 0,07 et 0,15.

- 5
- 12) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que les polymères et/ou copolymères hydrosolubles destinés à former l'enveloppe des microcapsules sont choisis dans ce groupe constitué, par les polymères et/ou copolymères dérivés de la cellulose, 10 les protéines et leurs dérivés, les polymères et/ou copolymères à base de mélamine et de formaldéhyde et d'urée et de formaldéhyde, les polyacides, les polyesters, les copolymères d'anhydrides, les polyacrylamides et les copolymères d'acrylamide.
- 15
- 13) Procédé de microencapsulation selon la revendication (1) caractérisé en ce que le solvant organique hydrophobe de la substance à enrober, appartient au groupe, substitué ou non, des alkyles, alkyles halogénés, alkyles phosphates, alkyles aryles, aryles, polyaryles, esters.
- 20
- 14) Microcapsules, simultanément isodiamétrales et de diamètre réglé, pouvant contenir des substances aussi diverses que des agents aromatiques, des colorants, des encres, des réactifs chimiques, des produits pharmaceutiques et phytosanitaires, des produits ignifugés, des colles, 25 obtenus selon les revendications 1 à 13 prises dans leur ensemble.
- 30
- 15) Application des microcapsules isodiamétrales et à diamètre réglé obtenues selon les revendications 1 à 13, prises dans leur ensemble, à la réalisation de matériaux d'enregistrement ou de transferts, sensibles à la pression, par dépôt continu ou par zone sur au moins une face d'un support approprié d'une couche desdites microcapsules par enduction ou par impression selon les techniques papetières et d'imprimerie.