



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2000/06/27

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2000/12/28

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2006/09/12

(30) Priorité/Priority: 1999/06/28 (FR99.08210)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *A61K 47/32* (2006.01),
A61K 45/08 (2006.01), *A61K 9/20* (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
WUTHRICH, PATRICK, FR;
ROLLAND, HERVE, FR;
BRIAULT, GILLES, FR;
PICHON, GERALD, FR;
THARRAULT, FRANCOIS, FR

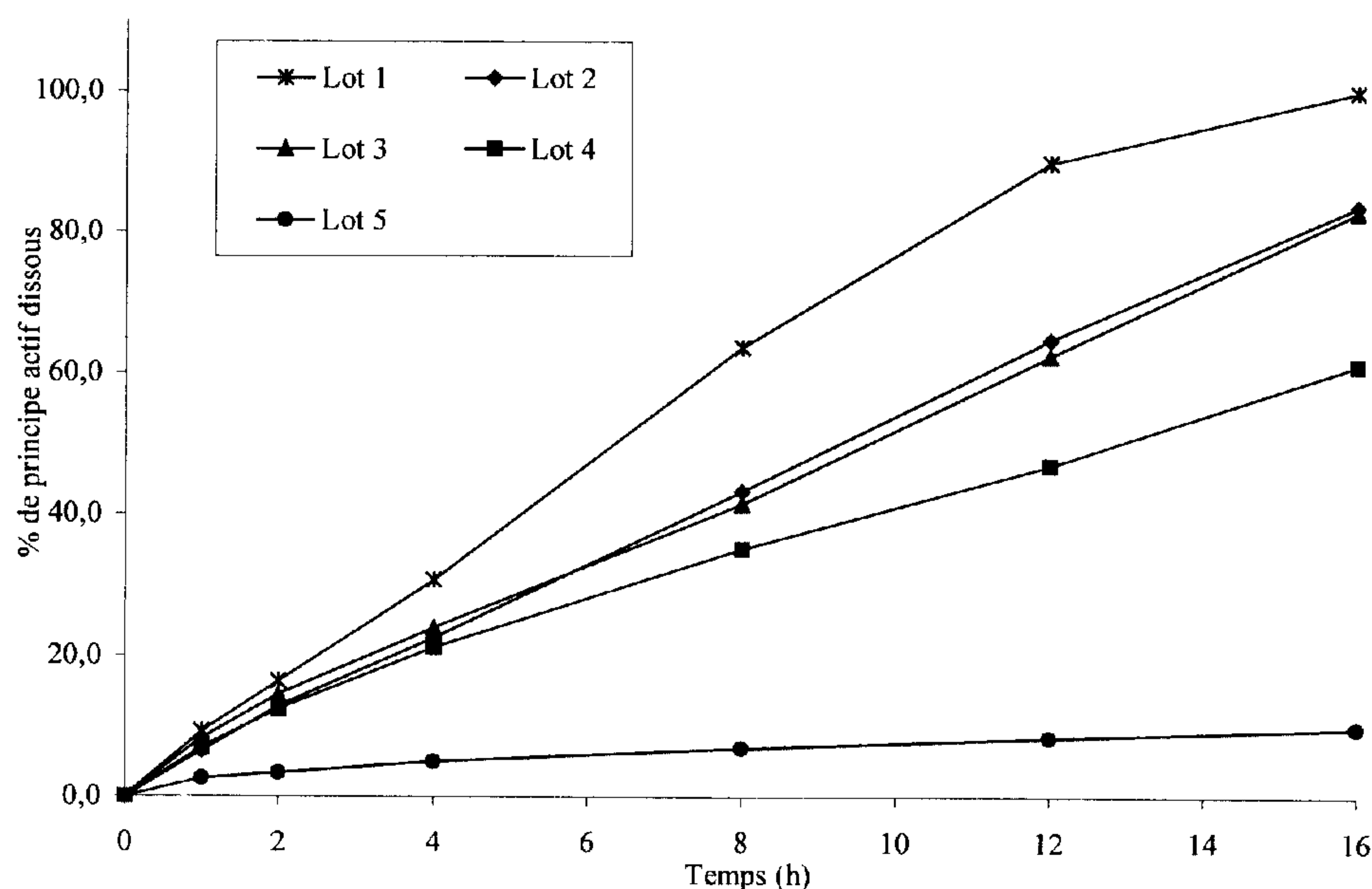
(73) Propriétaire/Owner:
LES LABORATOIRES SERVIER, FR

(74) Agent: OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L.,S.R.L.

(54) Titre : COMPOSITION PHARMACEUTIQUE SOLIDE THERMOFORMABLE A LIBERATION CONTROLEE

(54) Title: SOLID, THERMOFORMABLE, CONTROLLED-RELEASE PHARMACEUTICAL COMPOUND

Cinétique de dissolution in vitro des lots 1 à 5
obtenus par extrusion d'un mélange Benfluorex chlorhydrate/polyméthacrylate
(50/50)



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne une composition pharmaceutique solide à libération contrôlée, comprend un mélange thermoformable d'au moins un principe actif et d'au moins un polyméthacrylate. La libération du principe actif est uniquement contrôlée par la nature du polyméthacrylate, sa quantité relative par rapport au principe actif, et par la technique de thermoformage utilisée.

- 21 -

**COMPOSITION PHARMACEUTIQUE SOLIDE THERMOFORMABLE
À LIBÉRATION CONTRÔLÉE**

ABRÉGÉ

L'invention concerne une composition pharmaceutique solide à libération contrôlée, comprend un mélange thermoformable d'au moins un principe actif et d'au moins un polyméthacrylate. La libération du principe actif est uniquement contrôlée par la nature du polyméthacrylate, sa quantité relative par rapport au principe actif, et par la technique de thermoformage utilisée.

La présente invention concerne une nouvelle composition pharmaceutique solide, à libération contrôlée, obtenue par thermoformage à chaud d'un mélange à base de polymère(s) appartenant à la famille des polyméthacrylates, et de principe(s) actif(s) médicamenteux.

5 De nombreuses compositions pharmaceutiques destinées à la libération contrôlée de principes actifs pharmaceutiques ont été proposées et réalisées, pour leur administration par voie orale, buccale, sublinguale, oculaire, rectale, vaginale et/ou parentérale. Ces nouvelles compositions avaient essentiellement pour objectifs :

- de réduire la fréquence d'administration des médicaments,
- 10 - d'obtenir des taux relativement constants de principe actif dans le milieu ou au site biologique visé,
- d'obtenir des profils de libération en corrélation avec l'activité pharmacologique des médicaments.

Pour contrôler cette libération, le principe le plus communément employé est d'incorporer
15 le ou les principes actifs avec des excipients, le plus souvent de nature polymérique, dans des matrices.

Quelles que soient les compositions matricielles envisagées, leur obtention se heurte à des problèmes spécifiques de fabrication :

- procédé de fabrication complexe et en plusieurs étapes,
- 20 - stabilité du principe actif au cours du procédé de fabrication et vis-à-vis des excipients utilisés,
- modulation de la vitesse de libération, du ou des principes actifs, délicate, souvent variable dans le temps et dépendante par exemple de la granulométrie des lots de polymères avec les procédés de compression,
- 25 - procédé de fabrication permettant l'obtention d'une forme pharmaceutique essentiellement adaptée à une seule voie d'administration,
- reproductibilité des lots du fait de la multiplication des étapes.

- 2 -

La présente invention est une alternative permettant de surmonter les difficultés d'ordre général précédemment exposées pour l'obtention de compositions pharmaceutiques solides permettant la libération contrôlée de principe(s) actif(s) médicamenteux par l'utilisation des techniques de thermoformage. Elle permet notamment de réduire le nombre d'étape pour la production de formes galéniques finalisées, limitant ainsi les problèmes de reproductibilité et le coût économique, et assurant aussi un gain de temps et d'espace au sein d'une chaîne de production.

Plus particulièrement, l'invention vise une nouvelle application des polyméthacrylates à la réalisation desdites compositions pharmaceutiques solides sans addition de plastifiant et sans addition d'agents modulant la libération du ou des principes actifs. L'invention, telle que mise en œuvre par la Demanderesse permet ainsi de restreindre le nombre de produit intervenant au sein d'une formulation galénique, limitant ainsi les problèmes de stockage et d'approvisionnement, ainsi que les problèmes liés à la gestion de l'environnement.

Le thermoformage à chaud concerne notamment les techniques de l'extrusion, de la co-extrusion, de l'injection et de la co-injection. Ces différentes techniques sont bien connues dans le domaine de la plasturgie et ont été largement utilisées dans le secteur de l'automobile ou de l'emballage.

De part leurs caractéristiques, et les propriétés physicochimiques des polymères utilisables pour le thermoformage, ces techniques, et notamment l'extrusion simple, sont de plus en plus appliquées au domaine de la mise en forme des principes actifs.

Différents brevets décrivent ainsi des compositions pharmaceutiques à libération contrôlée qui sont obtenues par extrusion d'un mélange comportant au moins, un principe actif, un ou plusieurs polymères extrudables et pharmaceutiquement acceptables, un plastifiant et/ou un retardant, ce dernier composé permettant de moduler la libération du principe actif.

C'est le cas plus particulièrement de la demande de brevet WO 96/14058 qui revendique une composition pharmaceutique incluant notamment comme agent thérapeutique un

- 3 -

opioïde qui est dispersé dans une matrice réalisée par extrusion. La matrice à extruder comprend ainsi un principe actif, un matériel hydrophobe qui peut être fondu, tel qu'un alkyle cellulose ou un polymère acrylique ou méthacrylique, et un matériel hydrophobe tel qu'un acide gras ou un alcool gras. Ce dernier composé joue le rôle de retardant et permet de ralentir et contrôler la libération dudit principe actif. Afin de diminuer la température d'extrusion, un plastifiant est ajouté au mélange.

Le brevet US 5,102,668 décrit une composition pharmaceutique à libération contrôlée, indépendante du pH, ladite composition étant obtenue par extrusion humide de polymères tels que les polyméthacrylates, lesdits polymères étant hydrophiles à faible pH et hydrophobes à fort pH. Le polyméthacrylate utilisé préférentiellement est de l'Eudragit[®] E100. Les extrudats ainsi obtenus doivent ensuite subir une étape de sphéronisation, puis de façon avantageuse, ils sont recouverts d'un film de polymère constitué d'Eudragit[®] NE 30 D. L'association entre le polymère constituant l'extrudat et le polymère constituant le film de revêtement permet de résoudre le problème technique particulier de cette invention qui est le contrôle de la libération du principe actif en fonction du pH du milieu de dissolution.

Parmi l'art antérieur, on peut également citer le brevet DE 41 38 513 qui présente un procédé de préparation d'une composition pharmaceutique à libération contrôlée, par extrusion en continu d'un mélange comprenant au moins un principe actif, un polyméthacrylate, et un polymère de N-vinylpyrrolidone et/ou d'hydroxyalkyl (méthyl)cellulose. Ces derniers composés sont utilisés en tant que plastifiant et jouent un rôle dans la régulation de la libération contrôlée du principe actif.

Dans l'article *Pharm. Res.* 1996, 13 (5), 804-808, il est également décrit l'extrusion à chaud d'Eudragit[®] E100 additionné de plastifiant, au moins 12 % de triéthylcitrate, pour l'obtention de films permettant la libération contrôlée de principes actifs.

De même, les revues *J. Cont. Rel.* 1995, 36, 243-250 et *Drug Dev. Ind. Pharm.* 1994, 20, 1323-1339 rapportent l'utilisation de l'Eudragit[®] RS PM additionné de plastifiant (triacetine) pour l'obtention de granules par extrusion à chaud. La cinétique de libération du

- 4 -

principe actif est rapide et les granules ne libèrent pas la totalité du principe actif. Les températures d'extrusion se situent entre 130°C et 140°C.

Ces différents documents décrivent ainsi l'application de la technique de l'extrusion simple pour l'obtention de nouvelles compositions pharmaceutiques. Les techniques de l'injection et de la co-injection ont été beaucoup moins étudiées et elles concernent principalement des compositions pharmaceutiques solides dont la matrice est à base de dérivés celluloses, d'amidon ou de polyéthylène glycol.

Enfin, concernant la technique de la co-extrusion, la demande de brevet FR 2 766 088 décrit un procédé pour la production d'un article à partir duquel peuvent être fabriqués des dispositifs à libération contrôlée, ledit procédé consistant à effectuer une co-extrusion de polymère et de principe actif, le polymère utilisé étant de préférence un composé organosilicié capable de se réticuler en la présence ou en l'absence d'agent de réticulation.

La présente invention permet, d'une façon simple et économique, d'obtenir directement une composition pharmaceutique solide, à libération contrôlée, par simple mélange d'un ou plusieurs principe(s) actif(s) et de polymère(s) ayant des propriétés plastiques et étant pharmaceutiquement acceptables, sans ajout de plastifiant ou de retardant, ledit mélange étant thermoformé. Le contrôle de la libération du principe actif contenu dans ladite composition est obtenu uniquement grâce à un choix judicieux du ou des polymères plastiques utilisés, et de leur quantité relative par rapport à celle du ou des principe(s) actif(s). La composition pharmaceutique selon l'invention, outre le fait qu'elle soit nouvelle, permet d'obtenir des formes galéniques aisément adaptables aux divers principes actifs et à leur meilleur mode d'administration, et assurent une libération contrôlée et reproductible desdits principes actifs.

L'un des objets de l'invention était de mettre au point une composition pharmaceutique solide, à libération contrôlée, contenant un simple mélange de principe(s) actif(s), et de polymère(s) ayant des propriétés plastiques, le(s)dit(s) polymère(s) étant constitué(s) par le groupe des polyméthacrylates, sans ajout de plastifiant, et/ou de retardant, et sans utilisation de solvant.

D'une façon surprenante, les compositions pharmaceutiques solides de la Demanderesse, de part leur constitution spécifique, peuvent aussi bien être soumises à la technique de l'extrusion, de la co-extrusion qu'à celle de l'injection ou de la co-injection. La mise en œuvre de ces techniques permet d'aboutir à l'obtention de matrices sous des formes de
5 taille et de géométrie appropriées aux diverses voies d'administration telles que notamment la voie orale, buccale, sublinguale, oculaire, vaginale, rectale, et parentérale. Cet avantage des compositions pharmaceutiques de ladite invention permet d'envisager la fabrication, à partir de la même matière première, de la formulation galénique la mieux adaptée à la fois au principe actif incorporé dans ladite composition, et à sa meilleure voie d'administration
10 selon les caractéristiques dudit principe actif et de la population devant utiliser ces formulations.

Un autre objet de l'invention était d'obtenir une composition pharmaceutique solide dont la matrice serait adaptable à un large spectre de principes actifs, présentant des caractéristiques physicochimiques très différentes comme par exemple les agents
15 thérapeutiques lipophiles, hydrophiles ou les agents thérapeutiques instables chimiquement.

Enfin, un des objets de l'invention était d'obtenir une composition pharmaceutique solide où il était possible de moduler simplement la libération du principe actif, par simple adaptation des quantités de principes actifs et de polymères plastiques utilisés.

20 Plus spécifiquement, la présente invention concerne une composition pharmaceutique solide à libération contrôlée, administrable notamment par voie orale, contenant un mélange thermoformable, d'au moins un principe actif et d'un ou plusieurs polymères choisis parmi le groupe des polyméthacrylates, la libération contrôlée du ou des principe(s) actif(s) étant uniquement assurée par la nature chimique, la quantité du ou des
25 polyméthacrylates utilisés, et la technique mise en œuvre pour la fabrication de ladite composition.

- 6 -

Par composition pharmaceutique à libération contrôlée, on comprend une libération du ou des principe(s) actif(s) sur une durée de quelques minutes correspondant à une libération immédiate, à une durée de plus de 20 heures correspondant à une libération prolongée, ladite libération pouvant s'effectuer de façon décalée dans le temps après absorption de la composition. Dans le cas de composition pharmaceutique à libération décalée, le temps de latence correspondant au temps entre l'absorption de ladite composition et la libération du principe actif, peut être d'une durée de 30 minutes à 8 heures, la libération du principe actif pouvant ensuite être une libération immédiate ou une libération prolongée telle que définis précédemment. Dans le cadre de l'invention, il est également possible d'obtenir des compositions pharmaceutiques présentant une combinaison des profils de libération telle qu'une libération immédiate d'une partie du principe actif suivie d'une ou plusieurs libérations décalées.

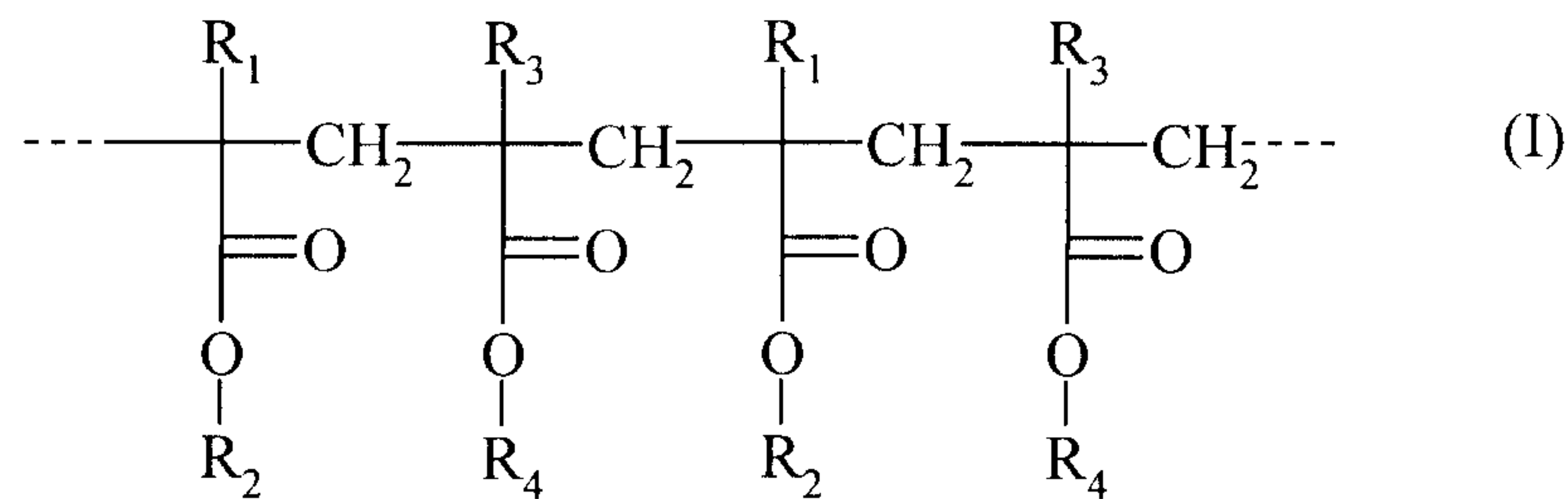
Par polyméthacrylate, on entend un copolymère d'acide méthacrylique correspondant à un copolymère totalement polymérisé d'acide méthacrylique et d'ester acrylique ou méthacrylique. Ces polyméthacrylates sont couramment appelés Eudragit[®], et peuvent se présenter sous la forme d'une poudre ou de granulés.

Par mélange thermoformable, on entend un mélange apte à subir une transformation par l'effet combiné de la chaleur et des forces de cisaillement d'une vis sans fin comme les techniques de l'extrusion, de la co-extrusion, de l'injection, et de la co-injection.

Parmi les différents Eudragit[®] commercialisés, ceux utilisés préférentiellement dans le cadre de l'invention sont les Eudragit[®] RL et RS qui se réfèrent à des copolymères de méthacrylate ammonium consistant en des copolymères totalement polymérisés d'acide acrylique et d'ester d'acide méthacrylique contenant une faible quantité de groupes ammonium quaternaire.

Ces Eudragit[®] répondent à la formule générale (I) :

- 7 -



dans laquelle :

R_1 représente un atome d'hydrogène ou un groupement méthyle,

R_2 représente un groupement méthyle ou éthyle,

5 R_3 représente un groupement méthyle,

et R_4 représente un groupement $CH_2-CH_2-N(CH_3)_3, Cl^{\ominus}$.

10 D'une façon particulièrement avantageuse, les Eudragit[®] utilisés au sein du mélange thermoformable de l'invention, sont les Eudragit[®] RLPO et/ou RSPO correspondant à des poly(éthyle acrylate, méthyle méthacrylate, chlorure de triméthylaminoéthyle méthacrylate) dans des proportions relatives respectives de 1:2:0,2 et 1:2:0,1.

15 Selon une autre variante avantageuse de l'invention, le mélange thermoformable de l'invention peut contenir de l'Eudragit[®] de type E. Ce polymère correspond à un poly(butylméthacrylate, (2-diméthylaminoéthyl)méthacrylate, méthylméthacrylate) dans des proportions relatives 1:2:1. L'Eudragit[®] de type E peut être utilisé comme seul polymère polyméthacrylate, au sein du mélange thermoformable, ou en association avec de l'Eudragit[®] RLPO et/ou RSPO.

20 Parmi les Eudragit[®] de type E, on peut citer notamment l'Eudragit[®] E100 dont la particularité est d'être soluble à des pH inférieurs à 5, permettant une libération rapide du principe actif au niveau gastrique. De ce fait, l'utilisation d'Eudragit[®] de type E, et plus particulièrement de type E100, est particulièrement bien adaptée à l'obtention de compositions pharmaceutiques solides à libération immédiate, administrables par voie orale.

Selon une troisième variante de l'invention, le mélange thermoformable de l'invention peut contenir de l'Eudragit[®] de type L100, L100-55 et/ou S100. L'Eudragit[®] L100 correspond à

- 8 -

un poly(méthacrylique acide, méthylméthacrylate) dans des proportions relatives 1:1. L'Eudragit® L100-55 correspond à un poly(méthacrylique acide, éthylacrylate) dans des proportions relatives 1:1. L'Eudragit® S100 correspond à un poly(méthacrylique acide, méthylméthacrylate) dans des proportions relatives 1:2. Ces catégories d'Eudragit® peuvent
5 être utilisées comme seul polymère polyméthacrylate au sein du mélange thermoformable ou en association avec un ou plusieurs des autres types d'Eudragit® cités précédemment. Ces polyméthacrylates sont solubles à des pH supérieurs à 5,5, permettant ainsi une libération de principe actif au niveau intestinal et/ou colonique. L'utilisation de cesdits Eudragit® est particulièrement intéressante pour l'obtention de compositions
10 pharmaceutiques solides gastrorésistantes, à libération contrôlée.

Les compositions pharmaceutiques ainsi obtenues dans le cadre de l'invention permettent d'obtenir, de façon inattendue, une libération contrôlée du ou des principe(s) actif(s) sur une durée de quelques minutes à plus de 20 heures, celle-ci pouvant être linéaire selon le principe actif incorporé, la constitution de la matrice, et la technique mise en œuvre.

15 Ainsi, les compositions pharmaceutiques de l'invention sont obtenues par mélange d'au moins un principe actif et d'un ou plusieurs polymères polyméthacrylates, abaissement de la viscosité de ce mélange sous l'effet de la chaleur et des forces de cisaillement d'une vis sans fin à l'intérieur d'un fourreau, puis traitement de ce mélange fondu selon l'une des voies suivantes :

20 - soit expulsion de l'extrudeuse à travers un orifice calibré, de taille et de forme variable, le matériau obtenu étant ensuite découpé selon la taille finale souhaitée de la matrice. Ceci constitue la technique de l'extrusion simple,

- soit la première extrudeuse contenant ledit mélange, de viscosité réduite, décrit précédemment est associée à une seconde extrudeuse contenant un mélange comportant :

25 * soit uniquement un ou plusieurs polyméthacrylate(s) pour le contrôle de la libération du ou des principe(s) actif(s) à partir du compartiment central,

- 9 -

* soit un ou plusieurs polyméthacrylate(s) en mélange avec un ou plusieurs principe(s) actif(s), identique(s) ou différent(s) de celui (ou ceux) contenu(s) dans le compartiment central,

chaque extrudeuse fonctionnant en continu et alimentant le même orifice.

5 Cet orifice permet le passage du mélange provenant de la première extrudeuse et assure la formation de la couche interne de la matrice finale, ainsi que le passage du mélange provenant de la seconde extrudeuse et assurent la formation de la couche externe de la matrice finale. L'extrudat ainsi obtenu est ensuite découpé selon la taille finale souhaitée, et peut éventuellement subir un moulage. Les extrémités de l'extrudat peuvent
10 éventuellement être fermées par une technologie appropriée. Ceci constitue la technique de co-extrusion,

- soit injection sous pression, au sein d'une presse, dans des moules de forme et de volume parfaitement définis selon les caractéristiques géométriques souhaitées pour la matrice. Ceci constitue la technique de l'injection,

15 - soit la presse est équipée de plusieurs unités d'injection permettant l'injection dans un même moule, de façon séquentielle ou simultanées, d'au moins deux mélanges, identiques ou différents. La première unité d'injection injecte ledit mélange, décrit précédemment, celui-ci constituant la partie centrale, ou cœur, de la matrice. La deuxième unité d'injection injecte à la périphérie de la partie centrale, une couche externe d'un mélange
20 comportant :

* soit uniquement un ou plusieurs polyméthacrylate(s) pour le contrôle de la libération du ou des principe(s) actif(s),

* soit un ou plusieurs polyméthacrylate(s) en mélange avec un ou plusieurs principe(s) actif(s), identique(s) ou différent(s), de celui (ou ceux) contenu(s) dans la partie
25 centrale.

Ceci constitue la technique de co-injection qui regroupe à la fois les techniques d'injection multimatières et d'injection "sandwich".

Selon la technique employée, il est donc possible d'obtenir dans le cadre de la présente invention des compositions pharmaceutiques solides, administrables notamment par voie

- 10 -

orale, buccale, sublinguale, oculaire, rectale, vaginale ou parentérale, à libération contrôlée, de taille et de géométrie variées, monocouche ou multicouche, adaptées au mieux selon les profils de libération les plus adéquates pour chaque agent thérapeutique.

5 Ces compositions pharmaceutiques peuvent être utilisées directement, sans autre opération technique de transformation, hormis leur conditionnement. Si on le souhaite, lesdites compositions pharmaceutiques peuvent toutefois subir une transformation par broyage ou par granulation pour une mise en gélule ou pour être comprimées, ou être soumise à un enrobage.

10 Les compositions pharmaceutiques de l'invention peuvent aussi contenir éventuellement des excipients, pharmacologiquement acceptables, choisis par exemple parmi le groupe des antioxydants, des aromatisants, des colorants, des conservateurs, des édulcorants, et des antiadhérents.

La température de thermoformage est comprise entre 60°C et 150°C. D'une façon préférentielle, la température est comprise entre 80 et 130°C.

15 Parmi les principes actifs entrant dans la composition selon l'invention, on peut citer, à titre non limitatif, les pénicillines, les céphalosporines, les cyclines, les inhibiteurs de bêta-lactamases, les aminosides, les quinolones, les nitroimidazolés, les sulfamides ou les antibactériens, les antihistaminiques, les antiallergiques, les anesthésiques, les antiinflammatoires stéroïdiens ou non, les antalgiques d'action locale ou systémique, les
20 antispasmodiques, les anticancéreux, les diurétiques, les bêta-bloquants, les antihypertenseurs, les antiangoreux, les antiarythmiques, les vasodilatateurs, les bradycardisants, les inhibiteurs calciques, les sédatifs, les cardiotoniques, les antifongiques, les antiulcéreux, les veinotoniques, les vasculoprotecteurs, les antiischémiques, les antiémétiques, les anticoagulants, les antithrombotiques, les immunosuppresseurs, les
25 immunomodulateurs, les antiviraux, les antidiabétiques, les hypolipidémiants, les antiobésités, les anticonvulsivants, les hypnotiques, les antiparkinsoniens, les antimigraineux, les neuroleptiques, les anxiolytiques, les antidépresseurs, les antipsychotiques, les psychostimulants, les promnésiants, les bronchodilatateurs, les

antitussifs, les antistéoporotiques, les hormones peptidiques, les stéroïdes, les enzymes, les inhibiteurs d'enzymes, les agonistes et antagonistes mélatoninergiques.

Les exemples suivants illustrent l'invention mais ne la limitent en aucune façon.

EXEMPLE 1 :

5 Les compositions de l'exemple 1 sont obtenues par la technique de l'extrusion. Elles sont toutes dosées à 125 mg de principe actif, celui-ci étant du Benfluorex chlorhydrate. Les compositions sont constituées d'un mélange comportant 50 % de principe actif et 50 % de polyméthacrylate.

10 L'exemple 1 montre l'influence de la nature des polyméthacrylates utilisés, sur la cinétique de dissolution in vitro du principe actif. Ainsi, dans les lots 1 à 5, à poids de polyméthacrylates constant, la quantité d'Eudragit® RLPO par rapport à celle d'Eudragit® RSPO varie de 100 à 0 %.

15 En absence d'Eudragit® RSPO au sein du mélange, on observe une libération du principe actif sur une durée de 16 heures. L'addition d'une faible quantité d'Eudragit® RSPO permet de contrôler la vitesse de libération du Benfluorex.

Tableau 1 : Variation du rapport d'Eudragit® RLPO/RSPO
d'une composition de Benfluorex chlorhydrate dosée à 125 mg

	<i>Lots</i>				
Polyméthacrylate (50 % de la composition)	1	2	3	4	5
Eudragit® RLPO (en %)	100	90	75	50	0
Eudragit® RSPO (en %)	0	10	25	50	100

Les cinétiques de dissolution in vitro sont présentées en annexe dans la *figure 1*.

20 **EXEMPLE 2 :**

Les compositions de l'exemple 2 sont obtenues par la technique de l'extrusion. Elles sont toutes dosées à 3,2 mg de principe actif, celui-ci étant de la Rilménidine

- 12 -

dihydrogénophosphate. Les compositions sont constituées d'un mélange comportant 10 % de principe actif et 90 % de polyméthacrylate.

L'exemple 2 confirme les observations obtenues dans l'exemple 1, concernant l'influence de la nature des polyméthacrylates utilisés, sur la libération in vitro du principe actif.

- 5 Le contrôle de la libération du principe actif est obtenu par la modulation de la quantité d'Eudragit® RLPO par rapport à celle d'Eudragit® RSPO.

Tableau 2 : Variation du rapport d'Eudragit® RLPO/RSPO
d'une composition de Rilménidine dihydrogénophosphate dosée à 3,2 mg

	<i>Lots</i>			
Polyméthacrylate (50 % de la composition)	6	7	8	9
Eudragit® RSPO (en %)	100	90	75	50
Eudragit® RLPO (en %)	0	10	25	50

- 10 Les cinétiques de dissolution in vitro sont présentées en annexe dans la *figure 2*.

EXEMPLE 3 :

La composition de l'exemple 3 est obtenue par la technique de l'extrusion. Elle est dosée à 150 mg de principe actif celui-ci étant du Fenspiride chlorhydrate. La composition est constituée d'un mélange comportant 30 % de principe actif et 70 % de polyméthacrylate, celui-ci étant uniquement de l'Eudragit® RLPO.

15

L'exemple 3 montre la faible influence du pH du milieu de dissolution sur la cinétique de libération du principe actif, comme le montre la figure 3 (annexe) où est représenté le profil de dissolution à pH=2 et le profil de dissolution à pH=7,4.

Les cinétiques de dissolution in vitro sont présentées en annexe dans la *figure 3*.

EXEMPLE 4 :

20

Les compositions de l'exemple 4 sont obtenues par la technique de l'extrusion. Elles sont dosées à 150 mg de principe actif celui-ci étant du Fenspiride chlorhydrate. Les

compositions sont constituées d'un mélange comportant 30 % de principe actif et 70 % de polyméthacrylate, celui-ci étant soit de l'Eudragit® RLPO, soit de l'Eudragit® E100. L'exemple 4 montre une libération beaucoup plus rapide à pH 2 avec l'Eudragit® E100 qu'avec l'Eudragit® RLPO.

5 Les cinétiques de dissolution in vitro sont présentées en annexe dans la *figure 4*.

EXEMPLE 5 :

La composition de l'exemple 5 est obtenue par la technique de l'injection. Elle est dosée à 135 mg de principe actif, celui-ci étant du Benfluorex chlorhydrate. La composition est constituée d'un mélange comportant 50 % de principe actif et 50 % de polyméthacrylate, celui-ci étant de l'Eudragit® RLPO. La libération du principe actif en fonction du temps est linéaire sur 6 heures avec une cinétique d'ordre 0.

La cinétique de dissolution in vitro est présentée en annexe dans la *figure 5*.

EXEMPLE 6 :

Les compositions de l'exemple 6 sont obtenues par la technique de co-extrusion. Elles sont toutes dosées à 135 mg de principe actif, celui-ci étant du Fenspiride chlorhydrate. La couche interne est constituée d'un mélange de 30 % de Fenspiride et 70 % d'Eudragit® RLPO. La couche externe est constituée à 100 % d'Eudragit® RLPO.

La présence d'une couche externe de polyméthacrylate RLPO permet de ralentir la cinétique de libération du principe actif depuis la couche interne.

20 L'augmentation de l'épaisseur de la couche externe de 0,1 mm à 0,4 mm permet de ralentir encore plus la cinétique de libération du principe actif et d'obtenir un "lag-time" ou temps de latence de l'ordre de 4 heures avant la libération du principe actif.

Les cinétiques de dissolution in vitro sont présentées en annexe dans la *figure 6*.

EXEMPLE 7 :

25 La composition de l'exemple 7 est obtenue par la technique de l'extrusion. Elle est dosée à 59 mg de principe actif, celui-ci étant du chlorhydrate de l'acide (1R)-1-({-[[[(2R)-2-(acétylamino)-3-phénylpropanoyl](cyclopentyl)amino]acétyl}amino)-4-{[amino(imino)

méthyl]amino}butylboronique. La composition est constituée d'un mélange comportant 59 % de principe actif et 41 % de polyméthacrylate, celui-ci étant de l'Eudragit® RLPO.

La libération in vitro du principe actif est prolongée sur quatre heures (figure 7). Les résultats des taux plasmatiques obtenus chez l'Homme (n = 12) sont présentés sur la figure 8 après administration par voie orale d'un extrudat dosé à 59 mg dudit principe actif. Les figures 7 et 8 sont présentées en annexe.

EXEMPLE 8 :

De la même façon que dans l'exemple 1, différentes compositions constituées d'un mélange 1/1 : principe actif/polyméthacrylate, ont été obtenues avec divers principes actifs. Ces compositions sont dosées en principe actif de la façon suivante :

- gliclazide 30 mg
- piribédil 50 mg
- L-tartrate de 2-({2-méthoxy-2-[3-(trifluorométhyl)phényl]éthyl}amino)
éthyl-4-2(2-{[2-(9H-fluorèn-9-yl)acétyl]amino}éthyl)benzoate 200 mg
- 3a,10-dihydro-5,5-dioxo-4H-(S)-pyrrolidino[1,2-c][1,2,4]benzothiadiazine 100 mg
- N-[2-(5-éthyl-1-benzothièn-3-yl)éthyl]acétamide 100 mg

Comme dans l'exemple 1, on observe pour ces différentes compositions qu'une variation de la quantité d'Eudragit® RSPO par rapport à celle d'Eudragit® RLPO permet de faire varier et donc de contrôler selon les besoins, la vitesse de libération du principe actif.

EXEMPLE 9 :

De la même façon que dans l'exemple 2, différentes compositions constituées d'un mélange 1/9 : principe actif/polyméthacrylate ont été obtenues avec divers principes actifs. Ces compositions sont dosées en principe actif de la façon suivante :

- Indapamide 1,5 mg
- Chlorhydrate de tertatolol.....5 mg

Le contrôle de la libération du principe actif est obtenu par la modulation de la quantité d'Eudragit® RLPO par rapport à celle d'Eudragit® RSPO.

EXEMPLE 10 :

Les compositions de l'exemple 10 sont obtenues par la technique de l'extrusion selon le protocole décrit dans l'exemple 2, mais dans ce cas elles sont dosées à 25 mg de N-[2-(7-méthoxy-1-naphtyl)éthyl]acétamide et elles sont constituées d'un mélange comportant
5 30 % de principe actif et 70 % de polyméthacrylate.

EXEMPLE 11 :

Les compositions de l'exemple 11 sont obtenues comme celles de l'exemple 6, mais elles sont dosées à 100 mg de N-[2-(5-éthyl-1-benzothièn-3-yl)éthyl]acétamide à la place du Fenspiride.

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme suit :

1. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée, caractérisée en ce qu'elle comprend un mélange thermoformable d'au moins un principe actif et d'au moins un polyméthacrylate.
2. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le polyméthacrylate est de l'EUDRAGIT[®] RL et/ou RS.
3. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le polyméthacrylate est de l'EUDRAGIT[®] RLPO ou de l'EUDRAGIT[®] RSPO.
4. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le polyméthacrylate est l'EUDRAGIT[®] de type E.
5. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le mélange comprend de l'EUDRAGIT[®] de type E en association avec au moins un autre polyméthacrylate choisi dans le groupe constitué par les EUDRAGIT[®] RL et RS.
6. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le polyméthacrylate est de l'EUDRAGIT[®] de type L100, L100-55 ou S100.
7. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le mélange thermoformable comprend de l'EUDRAGIT[®] de type L100, L100-55 ou S100, en association avec au moins un autre polyméthacrylate choisi dans le groupe constitué par l'EUDRAGIT[®] de type E et les EUDRAGIT[®] RL et RS.

8. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'elle est destinée à être administrée par voie orale, buccale, sublinguale, oculaire, vaginale, rectale ou parentérale.
9. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle est destinée à être administrée par voie orale.
10. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la température de thermoformage du mélange est comprise entre 60°C et 150°C.
11. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 10, caractérisée en ce que la température de thermoformage du mélange est comprise entre 80°C et 130°C.
12. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le mélange est thermoformé selon une technique d'extrusion.
13. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le mélange est thermoformé selon une technique d'injection.
14. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le mélange est thermoformé selon une technique de co-extrusion et en ce que la composition comprend une couche interne constituée par ledit mélange et une couche externe constituée par ledit au moins un polyméthacrylate ou par ledit au moins un polyméthacrylate en mélange avec ledit au moins un principe actif.

15. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon la revendication 1, caractérisée en ce que le mélange est thermoformé selon une technique de co-injection et en ce que la composition comprend une partie centrale constituée par ledit mélange et une couche externe constituée par ledit au moins un polyméthacrylate ou par ledit au moins un polyméthacrylate en mélange avec ledit au moins un principe actif.

16. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre au moins un excipient pharmacologiquement acceptable choisi dans le groupe constitué par les antioxydants, les aromatisants, les colorants, les conservateurs, les édulcorants et les antiadhérents.

17. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est choisi dans le groupe constitué par les pénicillines, les céphalosporines, les cyclines, les inhibiteurs de bêta-lactamases, les aminosides, les quinolones, les nitroimidazolés, les sulfamides, les antibactériens, les antihistaminiques, les antiallergiques, les anesthésiques, les antiinflammatoires stéroïdiens ou non, les antalgiques d'action locale ou systémique, les antispasmodiques, les anticancéreux, les diurétiques, les bêta-bloquants, les antihypertenseurs, les antiangoreux, les antiarythmiques, les vasodilatateurs, les bradycardisants, les inhibiteurs calciques, les sédatifs, les cardiotoniques, les antifongiques, les antiulcéreux, les veinotoniques, les vasculoprotecteurs, les antiischémiques, les antiémétiques, les anticoagulants, les antithrombotiques, les immunosuppresseurs, les immunomodulateurs, les antiviraux, les antidiabétiques, les hypolipidémiants, les antiobésités, les anticonvulsivants, les hypnotiques, les antiparkinsoniens, les antimigraineux, les neuroleptiques, les anxiolytiques, les antidépresseurs, les antipsychotiques, les psychostimulants, les promnésiants, les bronchodilatateurs, les antitussifs, les antistéoporotiques, les hormones peptidiques, les stéroïdes, les enzymes, les inhibiteurs d'enzymes, les agonistes et antagonistes mélatoninergiques.

18. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du benfluorex chlorhydrate.

19. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est de la rilménidine dihydrogénophosphate.

20. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du fenspiride chlorhydrate.

21. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du chlorhydrate de l'acide (1R)-1-({[[[(2R)-2-(acétylamino)-3-phénylpropanol]-(cyclopentyl)amino]acétyl}amino)-4-{[amidino(imino)méthyl]amino}butylboronique.

22. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du gliclazide.

23. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du piribédil.

24. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du L-tartrate de 2-({2-méthoxy-2-[3-(trifluorométhyl)phényl]éthyl}amino)éthyl-4-2-(2-{[2-(9*H*-fluorèn-9-yl)acétyl]amino}éthyl)benzoate.

25. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du 3a,10-dihydro-5,5-dioxo-4*H*-(*S*)-pyrrolidino[1,2-*c*][1,2,4]benzothiadiazine.

26. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du N-[2-(5-éthyl-1-benzothièn-3-yl)éthyl]acétamide.

27. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est de l'indapamide.

28. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du chlorhydrate de tertatolol.

29. Composition pharmaceutique solide à libération contrôlée selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que le principe actif est du N-[2-(7-méthoxy-1-naphtyl)éthyl]acétamide.

Figure 1 : Cinétique de dissolution in vitro des lots 1 à 5
obtenus par extrusion d'un mélange Benfluorex chlorhydrate/polyméthacrylate
(50/50)

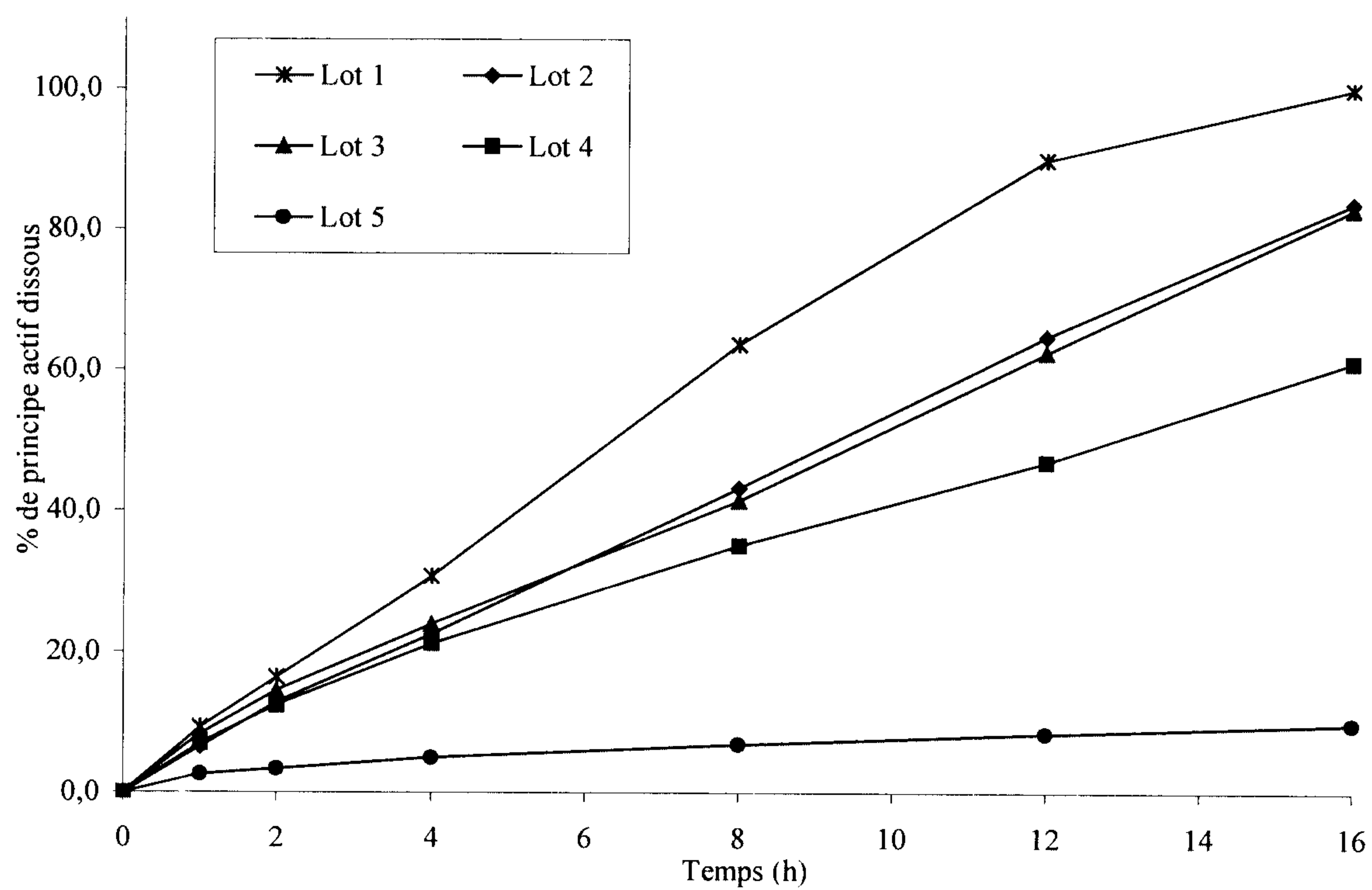


Figure 2 : Cinétique de dissolution in vitro des lots 6 à 9
obtenus par extrusion d'un mélange Rilménidine
dihydrogénophosphate/polyméthacrylate (10/90)

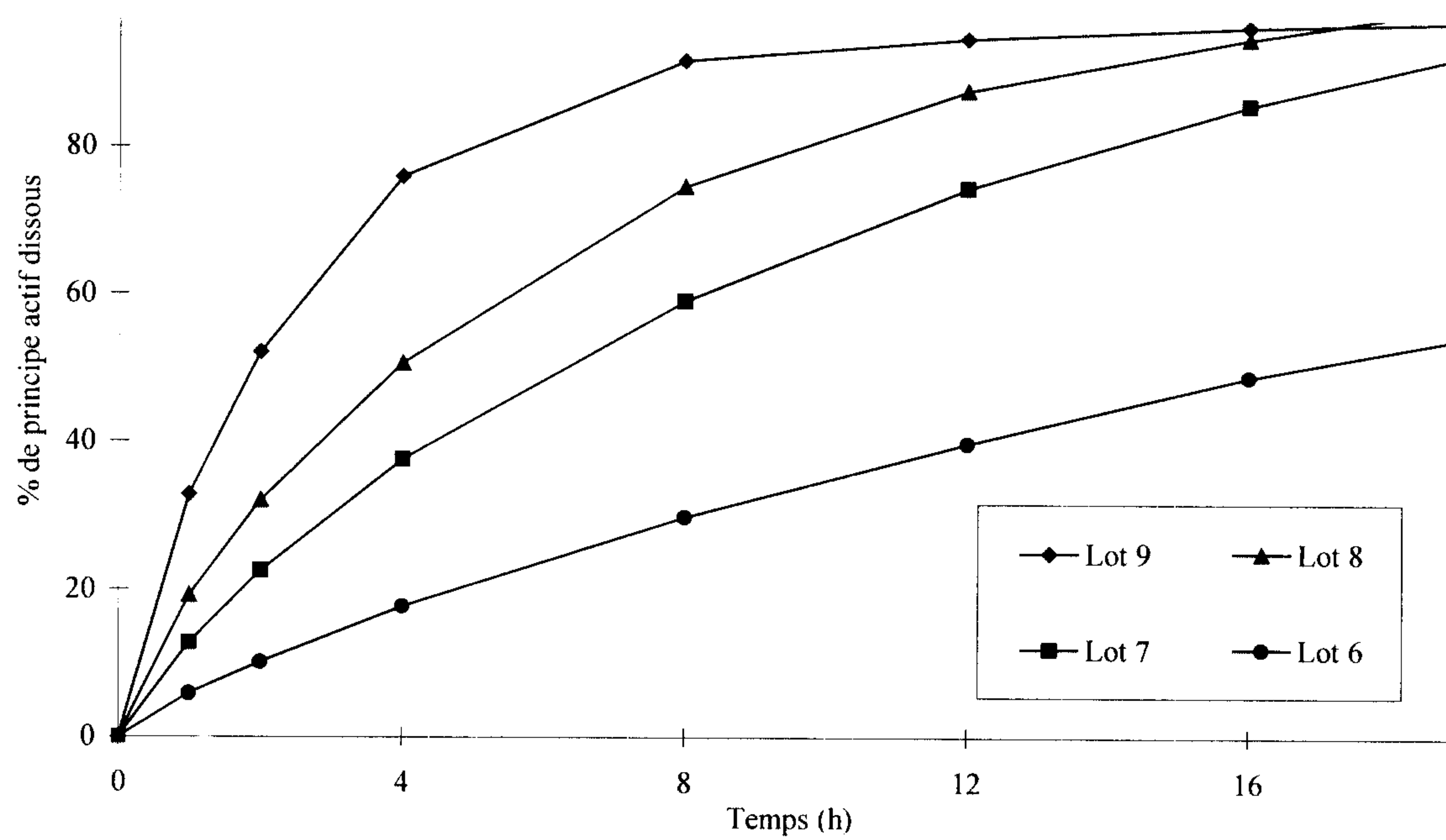


**Figure 3 : Cinétique de dissolution in vitro à différents pH de compositions,
obtenues par extrusion d'un mélange Fenspiride chlorhydrate/Eudragit[®] RLPO
(30/70)**

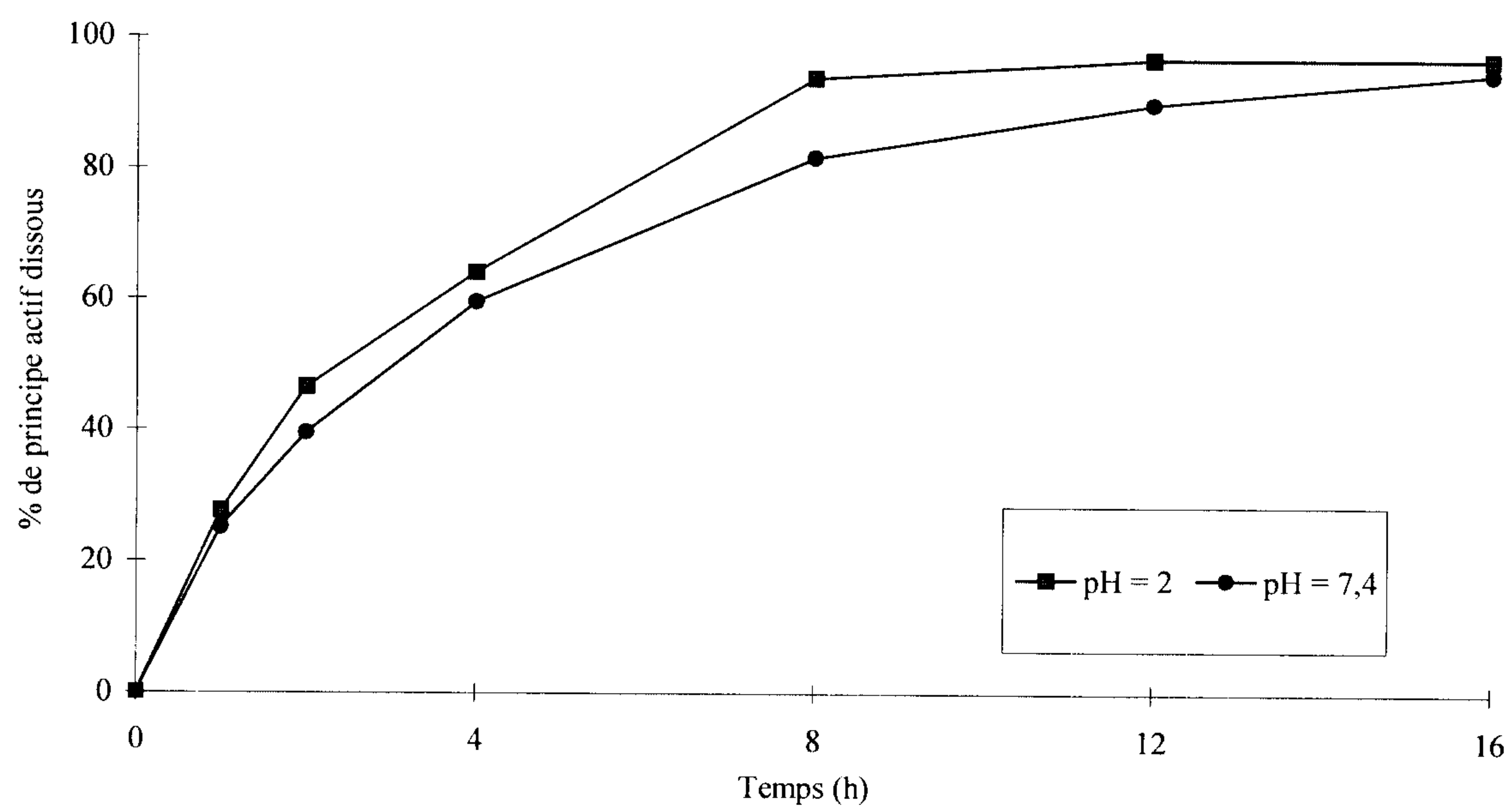


Figure 4 : Cinétique de dissolution in vitro à pH 2 de compositions obtenues par extrusion d'un mélange Fenspiride chlorhydrate/Eudragit[®] RLPO (50/50) ou Fenspiride chlorhydrate/Eudragit[®] E100 (30/70)

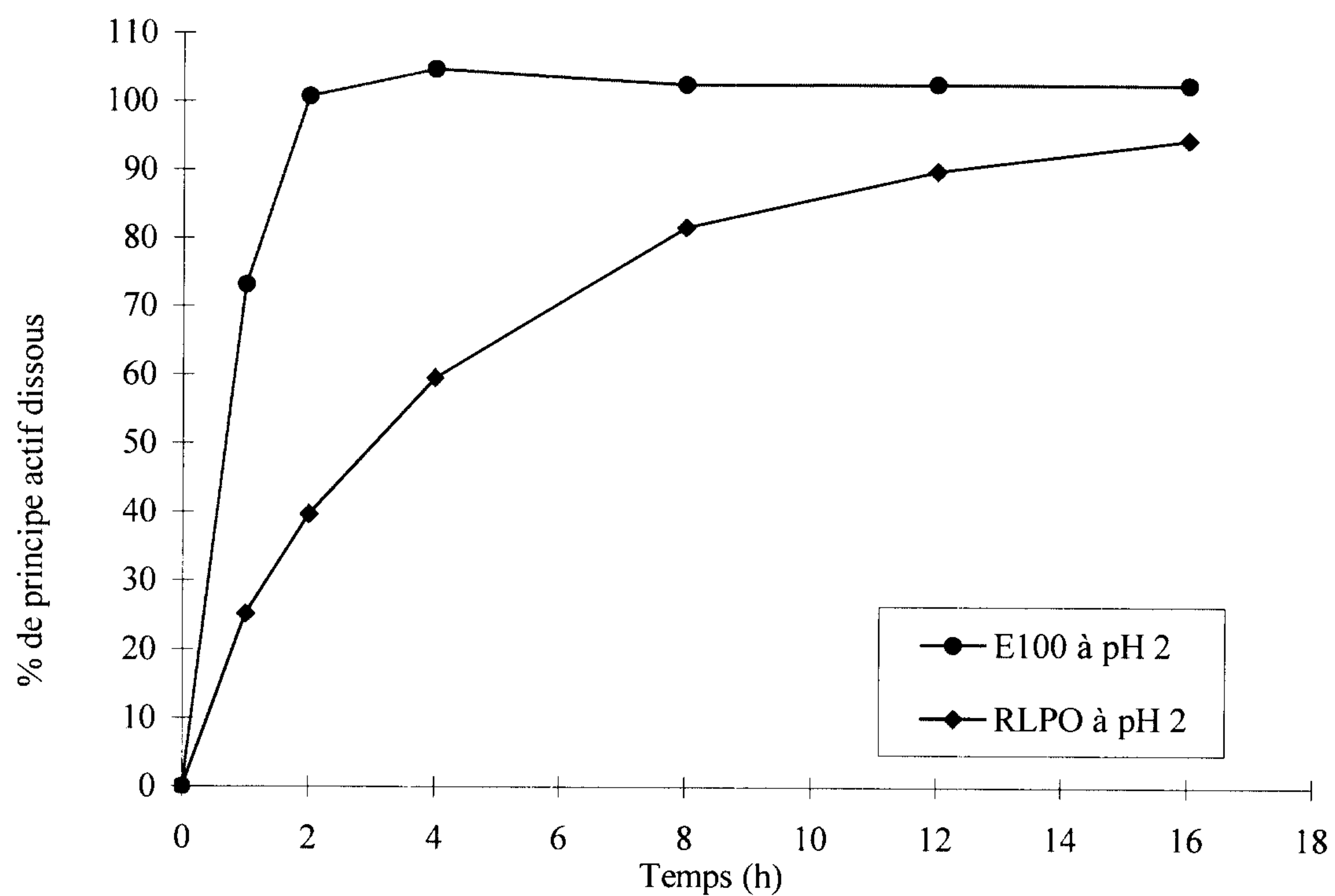


**Figure 5 : Cinétique de dissolution in vitro de la formulation Benfluorex
chlorhydrate/Eudragit[®] RLPO (50/50) obtenue par injection**

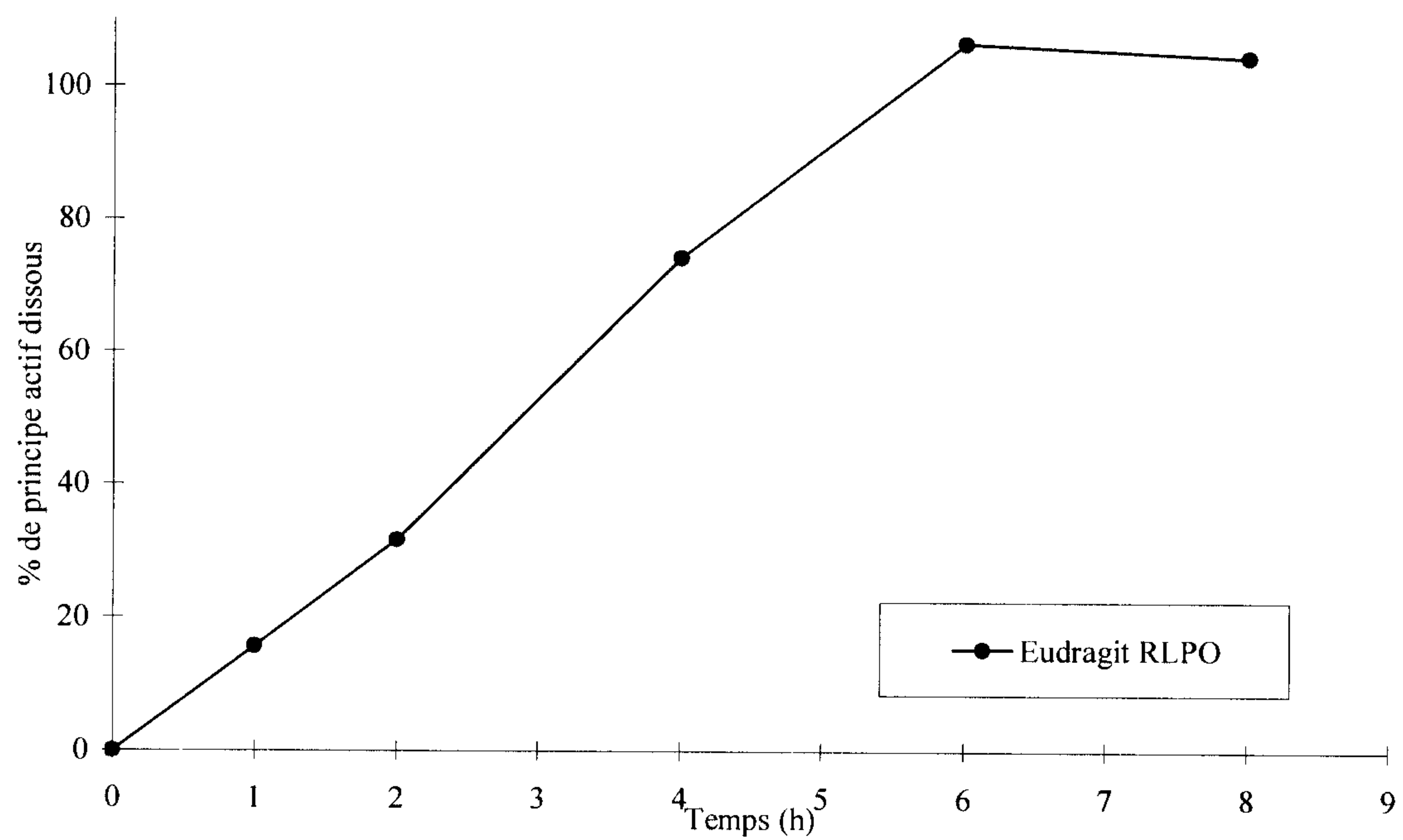


Figure 6 : Cinétique de dissolution in vitro du Fenspiride chlorhydrate co-extrudé
couche interne : Fenspiride chlorhydrate/Eudragit® RLPO (30/70)
couche externe : Eudragit® RLPO

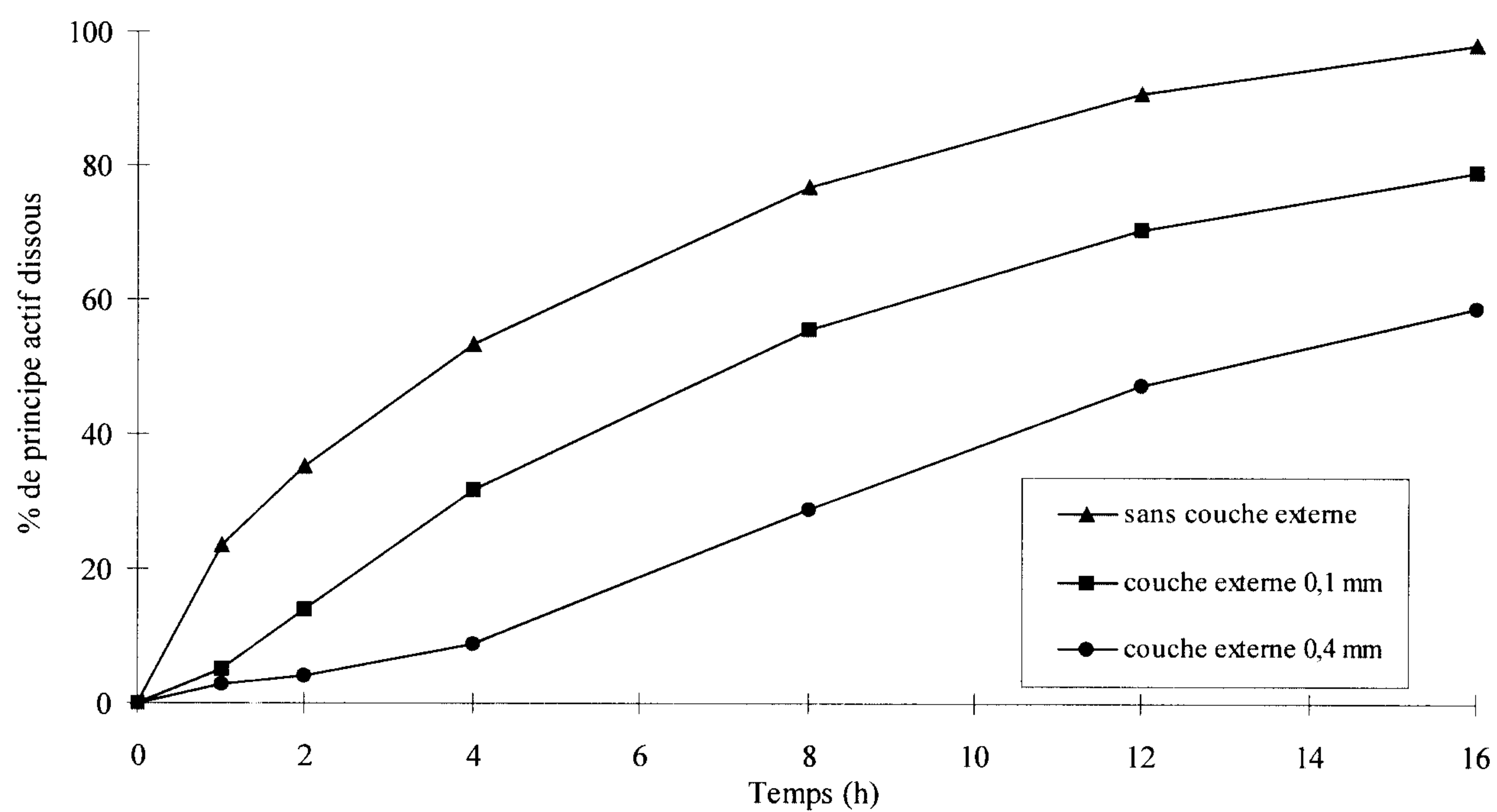


Figure 7 : Cinétique de dissolution in vitro de la composition de l'exemple 7
obtenue par extrusion

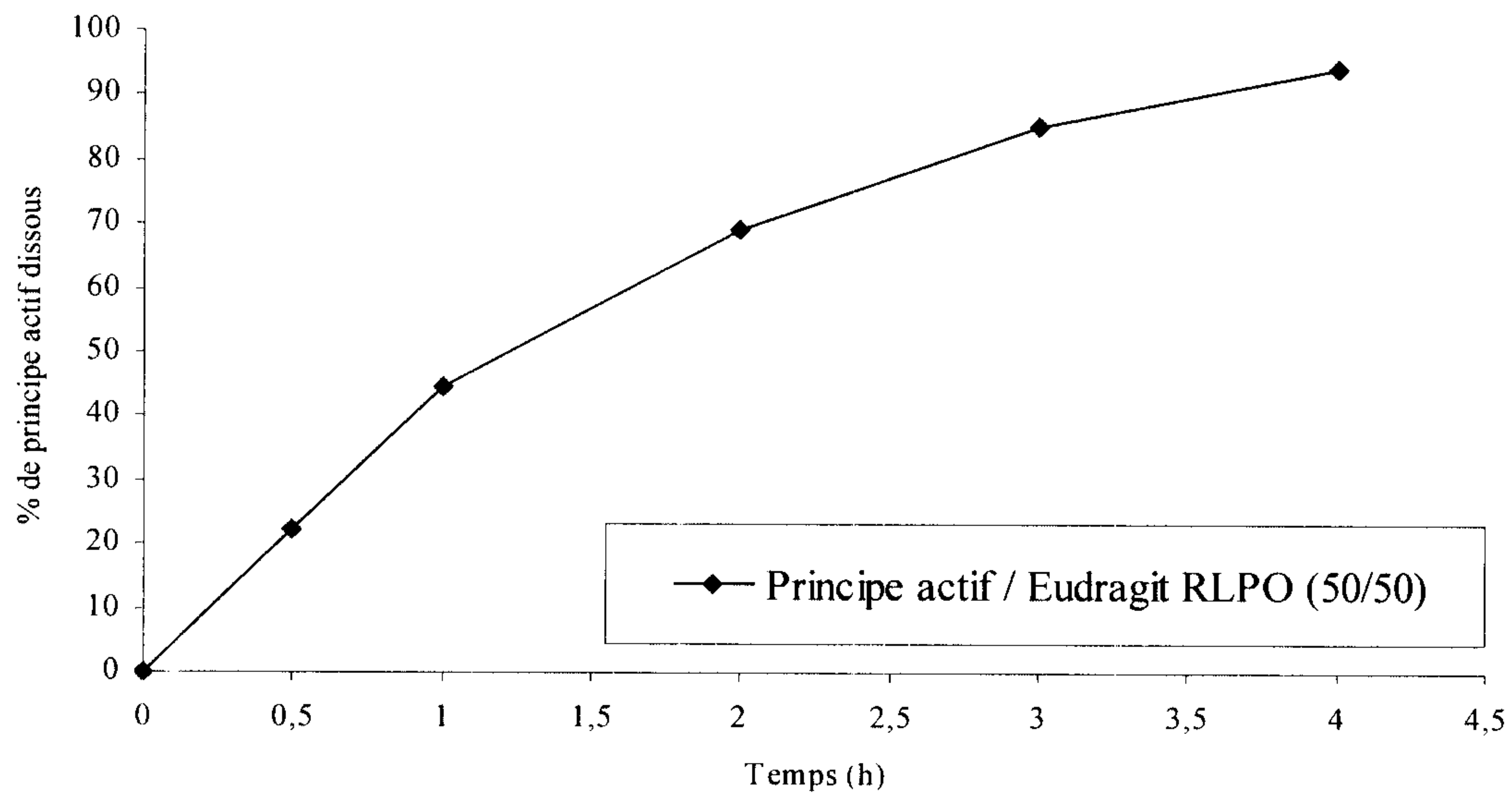
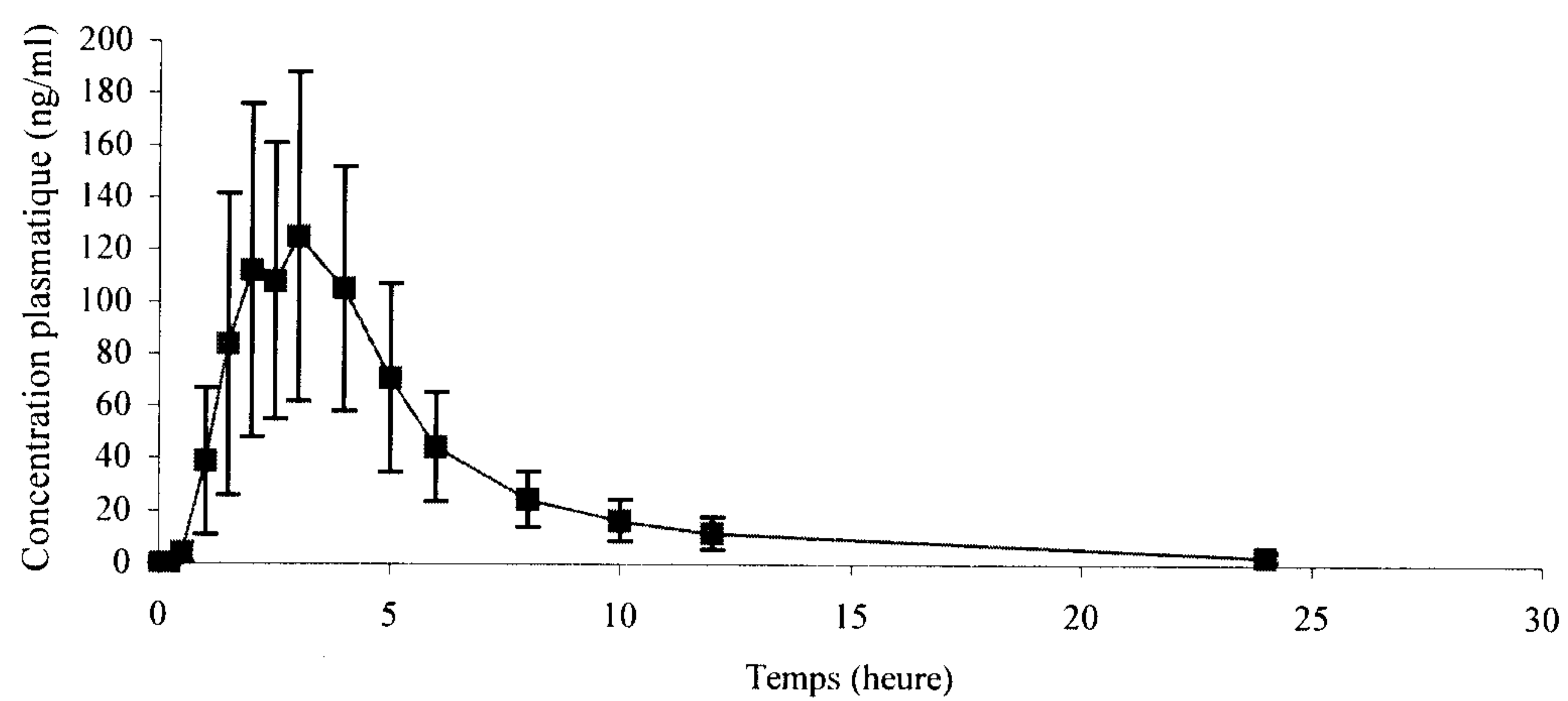


Figure 8 : Cinétiques de dissolution humaines de la composition de l'exemple 7
administrée par voie orale (n = 12)



Cinétique de dissolution in vitro des lots 1 à 5

obtenus par extrusion d'un mélange Benfluorex chlorhydrate/polyméthacrylate

(50/50)

