

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
10 novembre 2005 (10.11.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/105074 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
A61K 31/22, 31/122, 31/045, 31/015, A61P 17/00

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/001008

(22) Date de dépôt international : 22 avril 2005 (22.04.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0404344 23 avril 2004 (23.04.2004) FR

(71) Déposant et

(72) Inventeur : D'ALESSIO, Patrizia [IT/FR]; 8 Rue de la
Chaise, F-75007 Paris (FR).

(74) Mandataire : BREESE DERAMBURE MAJEROW-
ICZ; 38, avenue de l'Opéra, F-75002 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,

AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,
SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: COMPOSITION FOR TREATING OR PREVENTING CELL DEGENERATION USING AT LEAST ONE MOLECULE CAPABLE OF MAINTAINING ADHESION MOLECULE EXPRESSION REVERSIBILITY AND VASCULAR ENDOTHELIUM ACTIN FIBRE POLYMERISATION

(54) Titre : COMPOSITION POUR PREVENIR OU TRAITER LA DEGENERESCENCE CELLULAIRE EN UTILISANT AU MOINS UNE MOLECULE CAPABLE DE MANTENIR LA REVERSIBILITE DE L'EXPRESSION DES MOLECULES D'ADHERENCE ET LA POLYMERISATION DES FIBRES D'ACTINE DE L'ENDOTHELIUM VASCULAIRE

(57) Abstract: The invention relates to the use of a molecule selected from the group which consists of geranyl acetate, geraniol, isomenthone, limonene or a mixture of at least two of the above, for preparing a drug for treating or preventing vascular endothelial cell senescence and subjacent tissue degeneration induced by repeated inflammatory episodes. Specifically, the drug is useful for treating vascular endothelial cell senescence and tissue degeneration induced by repeated inflammatory episodes resulting from the presence of cancer cells.

(57) Abrégé: L'invention a pour objet l'utilisation d'une molécule choisie dans le groupe comprenant l'acétate de géranyl, le géraniol, l'isomenthone, le limonène, ou le mélange d'au moins deux de celles-ci pour la préparation d'un médicament utile pour prévenir ou traiter la sénescence des cellules endothéliales vasculaires et la dégénérescence des tissus sous-jacents induite par des épisodes inflammatoires répétés. Plus particulièrement, le médicament est utile pour traiter la sénescence des cellules endothéliales vasculaires et la dégénérescence des tissus induite par des épisodes inflammatoires répétés résultant de la présence de cellules cancéreuses.



WO 2005/105074 A2

COMPOSITION POUR PREVENIR OU TRAITER LA DEGENERESCENCE CELLULAIRE EN UTILISANT AU MOINS UNE MOLECULE CAPABLE DE MAINTENIR LA REVERSIBILITE DE L'EXPRESSION DES MOLECULES D'ADHERENCE ET LA POLYMERISATION DES FIBRES D'ACTINE DE L'ENDOTHELIUM VASCULAIRE

La présente invention concerne l'étude de la réversion de la sénescence des tissus par la médiation des cellules endothéliales vasculaires. Plus particulièrement, la présente invention concerne les effets de composés d'origine végétale de type terpène sur l'endothélium vasculaire lors d'épisodes inflammatoires. Ces composés sont capables d'inhiber l'expression des molécules d'adhérence endothéliales et la polymérisation des fibres d'actine endothéliales lors d'épisodes inflammatoires. Cette inhibition protège les tissus sous-jacents de l'endothélium des effets toxiques de l'inflammation qui précipitent leur dégénérescence.

En effet, l'inflammation répétée ou chronique au niveau de l'endothélium vasculaire induit sa sénescence accélérée, ainsi que la dégénérescence des tissus soumis au processus inflammatoire.

La sénescence d'une cellule est un phénomène qui entraîne une augmentation du volume de la cellule, une diminution ou une perte de la capacité normale de la cellule à se diviser, une diminution des aptitudes régénératrices et métaboliques, et une augmentation de l'activité des enzymes cellulaires de dégradation. Toutes ces caractéristiques définissent un phénotype sénescant.

Ce phénotype sénescant a été observé sur des cellules jeunes soumises à des stress répétés dus à des réactions inflammatoires.

La phase initiale de l'inflammation se déroule à l'interface sang/tissu et consiste dans le recrutement des

cellules immunocompétentes, en particulier les leucocytes activés. L'inflammation consiste à cibler et à détruire les microorganismes infectieux et autres agents pathogènes. Les cellules immunocompétentes susceptibles de lutter contre ces microorganismes circulent dans le sang et doivent donc se rendre dans les tissus pour y exercer leur action ; pour cela, elles doivent franchir la barrière de la paroi vasculaire. Elles y parviennent en étant recrutées par les cellules endothéliales vasculaires qui tapissent les vaisseaux, et qui vont les transférer au niveau des tissus sous-jacents. Les cellules endothéliales vasculaires sont activées par des signaux spécifiques issus du tissu infecté ou blessé, ou directement par les cellules immunocompétentes et cette activation a pour effet d'augmenter sensiblement leur capacité de recrutement. On peut mesurer l'état d'activation des cellules endothéliales vasculaires par l'apparition de marqueurs spécifiques. En particulier, le niveau d'expression de molécules d'adhérence telles qu'ICAM-1 (INTER CELLULAR ADHESION MOLECULE-1) permet d'évaluer l'état d'activité des cellules endothéliales vasculaires aboutissant au recrutement des cellules immunocompétentes.

Une autre conséquence du stress inflammatoire est le remaniement du cytosquelette d'actine des cellules endothéliales vasculaires activées. Le stress inflammatoire entraîne la formation de fibres d'actine polymérisées (dites « de stress ») que l'on peut mettre en évidence par le marquage à la phalloïdine couplée à la rhodamine.

Dans une situation normale, dans une culture cellulaire primaire de cellules endothéliales vasculaires, l'activation correspondant à un état inflammatoire de la cellule est réversible. En situation de sénescence, la cellule perd progressivement cette réversibilité et exprime alors de manière permanente des molécules d'adhérence, même en l'absence de stimulation extérieure. Cette perte de

réversibilité à deux conséquences : d'une part, le recrutement constant des cellules immunocompétentes est une source de stress inflammatoire supplémentaire pour les tissus ; et d'autre part, la cellule endothéliale vasculaire possède de ce fait une disponibilité accrue pour le recrutement de métastases de tumeurs, qui utilisent les mêmes molécules d'adhérence pour envahir les tissus.

En conséquence, la présente invention a pour objet l'utilisation d'une molécule choisie dans le groupe comprenant l'acétate de géranyl, le géraniol, l'isomenthone, le limonène, ou le mélange d'au moins deux de celles-ci pour la préparation d'un médicament utile pour prévenir ou traiter la dégénérescence des tissus associée à la sénescence des cellules endothéliales vasculaires induite par des épisodes inflammatoires répétés.

Ces molécules ont en commun leur capacité à inhiber l'activation irréversible des cellules endothéliales vasculaires et de maintenir ces cellules dans un état d'activation fonctionnelle dans lequel elles sont capables de répondre à une stimulation environnementale et de revenir ensuite à leur état de base. Ces molécules sont capables d'inverser le phénotype sénescence de la cellule endothéliale vasculaire alors qu'il est déjà constaté et elles sont donc cytoprotectrices, car elles protègent les cellules des tissus sous-jacents des effecteurs inflammatoires sécrétés par les cellules immunocompétentes activées, empêchant ainsi leur dégénérescence. L'utilisation selon l'invention fait intervenir au moins une molécule possédant cette capacité.

Ces molécules sont contenues ou issues d'huiles essentielles d'origine végétale. Avantagusement, elles sont isolées et purifiées ou sont préparées par synthèses chimiques.

L'acétate de géranyl est l'acétate de (E)-3,7-Diméthyl-2,6-octadienyl (CAS : 105-87-3). Il est présent, entre autres, dans les huiles essentielles de rose, de citronnelle, de nard indien (lemon grass), de géranium et de néroli.

Le géraniol est le (E)-3,7-diméthyl-2,6-octadien-1 ol (CAS : 106-24-1). Il est présent, entre autres, dans les huiles essentielles de rose, de néroli et de géranium.

L'isomenthone est le cis-2-Isopropyl-5-méthylcyclohexanone (CAS : 491-07-6), présent entre autres, dans les huiles essentielles de la menthe et du géranium.

Le limonène est le (4R)-1-méthyl-4-isopropenylcyclohex-1-ene (CAS : 5989-27-5). Il est présent, entre autres, dans les huiles essentielles du citron et du néroli.

Avantageusement, ces molécules sont utilisées selon l'invention dans une composition où elles sont présentes dans des quantités très faibles.

Suivant un premier mode de réalisation, l'invention s'intéresse la sénescence des cellules endothéliales vasculaires qui est induite par des épisodes inflammatoires répétés liés à la présence de cellules cancéreuses. En conséquence, l'invention se rapporte à la préparation d'un médicament pour traiter l'exportation des métastases favorisée par une surexpression des molécules d'adhérence par l'endothélium vasculaire et une polymérisation de l'actine endothéliale vasculaire, qui sont responsables du recrutement des cellules cancéreuses potentiellement métastatiques.

Suivant un deuxième mode de réalisation, l'invention s'intéresse à la sénescence des cellules endothéliales vasculaires et secondairement à la dégénérescence des tissus

qui sont induits par des épisodes inflammatoires répétés provenant de l'exposition au soleil (UV), de la pollution, de micro-abrasion. En conséquence, l'invention se rapporte à la préparation d'un médicament pour traiter les affections dermatologiques ainsi que les allergies cutanées liées aux phénomènes ci-dessus qui entraînent une surexpression des molécules d'adhérence par l'endothélium vasculaire et une polymérisation de l'actine endothéliale vasculaire, associés aux épisodes inflammatoires qui induisent la dégénérescence des tissus dermiques.

Suivant un troisième mode de réalisation, l'invention s'intéresse à la sénescence des cellules endothéliales vasculaires et secondairement à la dégénérescence des tissus sous-jacents qui sont induits par des épisodes inflammatoires répétés associés aux maladies inflammatoires chroniques ou aux maladies auto-immunes. En conséquence, l'invention se rapporte à la préparation d'un médicament pour traiter les pathologies inflammatoires chroniques ou auto-immunes qui entraînent une surexpression des molécules d'adhérence par l'endothélium vasculaire et une polymérisation de l'actine endothéliale vasculaire, et qui induisent la dégénérescence des tissus sous-jacents.

Une pathologie inflammatoire chronique ou auto-immune est choisie dans le groupe comprenant la polyarthrite rhumatoïde, l'ostéoarthrite, les spondylarthrites, la goutte, l'arthrose et toutes les autres formes d'arthrites, l'hépatite chronique, la rectocolite hémorragique, la maladie de Crohn, les vasculites, la sclérose en plaques, le psoriasis, les lupus érythémateux et cutané ainsi que les sclérodermies.

Suivant un quatrième mode de réalisation, l'invention s'intéresse à la sénescence des cellules endothéliales vasculaires et secondairement à la dégénérescence des tissus qui sont induits par des épisodes inflammatoires répétés

associés aux maladies dégénératives. En conséquence, l'invention se rapporte à la préparation d'un médicament pour traiter les maladies dégénératives cérébrales qui sont associées à une surexpression des molécules d'adhérence par l'endothélium vasculaire et une polymérisation de l'actine endothéliale vasculaire qui induisent la dégénérescence des tissus cérébraux.

Une pathologie dégénérative cérébrale est choisie dans le groupe comprenant la maladie d'Alzheimer, les démences séniles vasculaires ou mixtes, la maladie de Parkinson, la maladie de Huntington.

Avantageusement, ce médicament est administrable par voie topique, orale, entérale, parentérale ou inhalation.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans les exemples qui suivent concernant l'inhibition des molécules d'adhérence et de la polymérisation de l'actine des cellules endothéliales vasculaires sous l'action de l'acétate de géranyl, du géraniol, de l'isomenthone, du limonène. Il sera fait référence dans ces exemples aux dessins en annexe dans lesquels :

1/ Acétate de géranyl Figures 1, 2, 3A, 3B

- la figure 1 montre le pourcentage d'inhibition de l'expression d'ICAM-1 des cellules HUVEC (Human Umbilical Vein Endothelial Cells) à différentes étapes de répllication (P1, P2 correspondant à des populations de cellules jeunes, peu répliquées, et P9 à des cellules ayant atteint la limite de leurs taux de répllication, donc sénescents), par l'acétate de géranyle à 0,004 % suite à une stimulation par le TNF- α à la concentration de 10ng/mL pendant 24 heures.

- la figure 2 montre le pourcentage d'inhibition de l'expression d'ICAM-1 des cellules HUVEC à différentes étapes de répllication par l'acétate de géranyle à 0,001 % ou

0,002 % suite à une stimulation par le TNF- α à la concentration de 10ng/mL pendant 24 heures.

- la figure 3A montre la toxicité de l'acétate de géranyle, testé à différentes concentrations sur des cellules HAEC (HUMAN AORTIC ENDOTHELIAL CELLS), la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HAEC à 24H et à 48H.

- la figure 3B montre la toxicité de l'acétate de géranyle, testé à différentes concentrations sur des cellules HUVEC, la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HUVEC à 24H et à 48H.

2/ Géraniol, Figures 4, 5, 6A 6B

- la figure 4 montre le pourcentage d'inhibition de l'expression d'ICAM-1 des cellules HUVEC à différentes étapes de réplication par le géraniol à 0,002% et 0,004% suite à une stimulation par le TNF- α à la concentration de 10ng/mL pendant 24 heures.

- la figure 5 montre le pourcentage d'inhibition de l'expression d'ICAM-1 des cellules HUVEC à différentes étapes de réplication par le géraniol à 0,001% et 0,002% suite à une stimulation par le TNF- α à la concentration de 10ng/mL pendant 24 heures.

- la figure 6A montre la toxicité du géraniol, testé à différentes concentrations sur des cellules HUVEC, la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HUVEC à 24H et à 48H.

- la figure 6B montre la toxicité du géraniol, testé à différentes concentrations sur des cellules HAEC, la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HAEC à 24H et à 48H.

3/ Limonène, Figures 7, 8A, 8B

- la figure 7 montre le pourcentage d'inhibition de l'expression d'ICAM-1 des cellules HUVEC à différentes étapes de réplication par le limonène à 0,002% et 0,004% suite à une stimulation par le TNF- α à la concentration de 10ng/mL pendant 24 heures.

- la figure 8A montre la toxicité du limonène, testé à différentes concentrations sur des cellules HUVEC, la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HUVEC à 24H et à 48H.

- la figure 8B montre la toxicité du limonène, testé à différentes concentrations sur des cellules HAEC, la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HAEC à 24H et à 48H.

4/iso-menthone, figures 9, 10A, 10B

- la figure 9 montre le pourcentage d'inhibition de l'expression d'ICAM-1 des cellules HUVEC à différentes étapes de réplication par l'iso-menthone à 0,001% et 0,002% suite à une stimulation par le TNF- α à la concentration de 10ng/mL pendant 24 heures.

- la figure 10A montre la toxicité de l'iso-menthone, testé à différentes concentrations sur des cellules HUVEC, la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HUVEC à 24H et à 48H.

- la figure 10B montre la toxicité de l'iso-menthone, testé à différentes concentrations sur des cellules HAEC, la toxicité étant exprimée en % de mortalité des cellules endothéliales HAEC à 24H et à 48H.

- Les figures 11 à 25 représentent l'étude de la toxicité *in vivo* des molécules « NAT » et « SYN » formes naturelle et synthétique de l'acétate de géranyl, molécule dénommée « AISA 5201 » et choisie quant à sa représentativité de la classe AISA, dans un modèle murin sur

les paramètres de la numération sanguine, à des concentrations de 5, 10, 25 et 50 microgr / souris, correspondantes à des concentration non toxiques *in vitro*, permettant d'observer l'effet biologique voulu, i.e. l'inhibition de l'adhérence endothéliale, ainsi que de la polymérisation de l'actine endothéliale.

Exemple 1 : Les tests ont été réalisés sur des cellules endothéliales de différentes origines (de la veine de cordon (HUVEC), de la microcirculation de la peau (HMVEC), et de l'aorte (HAEC)), qui ont été soumises à différents stress (H_2O_2 , Tumor Necrosis Factor alpha (TNF- α) pendant 2 heures, 6 heures, 24 heures et 48 heures) induisant l'activation de ces cellules. L'activation est mesurée en analysant l'expression des marqueurs tels qu'ICAM-I, VCAM-I (VASCULAR ADHESION MOLECULE-1), par les trois techniques suivantes : tests ELISA, cytométrie de flux, immuno-microscopie confocale à fluorescence.

Exemple 2 : Dosage immunoenzymatique ELISA : après stimulation par le TNF- α , les cellules sont lavées au PBS puis fixées au formaldéhyde 2% pendant 10 minutes. Les sites de fixation non spécifiques sont ensuite saturés par du lait écrémé à 5 %. Les cellules sont ensuite incubées avec l'anticorps primaire anti-ICAM-I (R&D) à 0,02 μ g/ml pendant deux heures à température ambiante, puis lavées cinq fois au PBS. Elles sont ensuite incubées avec le complexe de révélation, anti-IgG de souris lié à la phosphatase alcaline (Chemicon, Euromedex) pendant une heure à température ambiante, puis lavées cinq fois avec du PBS. La révélation colorimétrique est réalisée par le substrat de la phosphatase alcaline, le para-nitrophénylphosphate à 1 mg/ml. La réaction est arrêtée après 20 mn d'incubation par NaOH 1M. La lecture se fait au lecteur de plaques à 405 nm.

La cytométrie de flux mesure aussi l'expression des protéines marquées par un anticorps spécifique, l'anticorps portant cette fois-ci un groupement fluorescent. L'Elisa permet une mesure globale de l'expression des molécules d'adhérence, la cytométrie de flux permettant éventuellement de discriminer des sous-populations présentant un profil d'expression variable. Les cellules sont lavées au PBS contenant entre 0.5-2% d'albumine de sérum bovin, puis re-suspendues dans une solution de PBS-BSA contenant une concentration optimale d'anticorps anti-molécules d'adhérence couplés à un fluorophore. Après lavage, la suspension de cellules est soumise au cytomètre de flux qui mesure la fluorescence spécifique associée à l'anticorps utilisé pour le marquage. Alternativement, les cellules peuvent subir une post-fixation (au PBS-BSA contenant 2% de para-formaldéhyde) après les étapes de lavages finales en vue d'une mesure différée dans les sept jours suivants.

Exemple 3 : L'immuno-microscopie confocale à fluorescence est une méthode, de mise en évidence simultanée du réseau d'actine (par rhodamine couplée à la phalloïdine) et de molécules d'adhérence ICAM-1 ou VCAM-1 par marquage avec un anticorps couplé au FITC dans des cellules endothéliales vasculaires. La sénescence répllicative est associée à des modifications des interactions entre molécules d'adhérence et cytosquelette d'actine des cellules endothéliales vasculaires, ce que l'implémentation de cette mesure permet d'évaluer. Les cellules sont cultivées sur des lamelles en verre dans des puits de culture. Après 2, 6, ou 24 heures de stimulation par le TNF- α , les cellules sont lavées au PBS, puis fixées au para-formaldéhyde 2%. Les sites de fixation non spécifiques des anticorps sont ensuite saturés par du chlorure d'ammonium à 50mM, puis les cellules sont

perméabilisées par la saponine 0,01%. Les lamelles avec les cellules fixées sont ensuite mises en contact avec l'anticorps primaire : anti-ICAM-1 couplé à FITC (DIACLONE) et à la Rhodamine (SIGMA P1951 PHALLOIDIN TRITC), pendant 1H30 puis lavées 2 fois au PBS. Dans le cas d'un marquage avec VCAM-1, les cellules sont mises en contact avec l'anticorps primaire : anti-VCAM-1 (IMMUNOTECH) pendant 1H30 puis lavées 2 fois au PBS. Elles sont alors incubées avec l'anticorps secondaire fluorescent : anti-souris Ig, « fluoresceine linked whole antibody » (AMERSHAM) et la rhodamine (SIGMA P1951 PHALLOIDIN TRITC), pendant 1H30 puis lavées 2 fois au PBS. Les lamelles sont ensuite incluses en glycérol sur des lames, puis observées en microscopie optique ou confocale.

Ces techniques permettent d'identifier, pour une cellule endothéliale vasculaire, l'entrée dans la phase de sénescence répllicative caractérisée par l'irréversibilité de la polymérisation de l'actine associée à la surexpression irréversible de molécules d'adhérence induite par le processus réplcatif physiologique et/ou le stress inflammatoire, mimé dans les tests par une stimulation au TNF α et/ou H₂O₂.

Les tests décrits dans les exemples 2 et 3 permettent de caractériser et quantifier le potentiel d'une molécule à inhiber l'expression des molécules d'adhérence et la polymérisation de l'actine ce qui correspond à une inversion du phénotype de type sénescence de la cellule endothéliale vasculaire.

Exemple 4 : Etude préliminaire de toxicité sur une souche de souris sauvage, portant sur différentes

concentrations de la molécule correspondant aux concentrations utilisées *in vitro*.

Suite aux résultats *in vitro* obtenus précédemment, il a été procédé à des études *in vivo* préliminaires sur la toxicité possible et les propriétés fonctionnelles de la molécule acétate de géranyl ici nommée « AISA-5201 ».

La toxicité aiguë de la molécule synthétique est connue. Chez le rat, la DL50 est de 6330 mg/kg, avec diverses altérations du comportement, allant de la somnolence au coma.

Pour l'étude de toxicité préliminaire, une souche de souris dénommée « C57BL6 » a été utilisée. Cette souche est connue pour sa DL50 pour le LipoPolySaccharide bactérien (LPS) à 600 microgr / souris (« Lipopolysaccharide-Induced Cytokine Cascade and Lethality in $Lt\alpha/TNF\alpha$ -Deficient Mice » F. Amiot et al. 1997, Molecular Medicine vol 3 n12, 863-874), correspondant à une DL50 de 3000 mg/kg.

Deux protocoles ont été suivis, l'un avec la forme synthétique ici dénommée « SYN » (catalogue SIGMA code produit 173495) et l'autre avec la forme naturelle non-filtrée (issue du traitement par HPLC à partir d'huiles essentielles de géranium) ici dénommée « NAT » de la dite molécule.

Sur la base des expériences de toxicité *in vitro*, dans un premier temps, les molécules « SYN » et « NAT » ont été testées sur les souris C57BL/6 à des concentrations de 10, 25 et 50 microgr / souris, ainsi qu'un lot de contrôle qui a reçu du PBS, en mode d'administration IP (intrapéritonéal) et rétro-orbitaire (IV). Chaque lot était constitué de 4 animaux, au total 16 animaux utilisés.

À l'issue de l'expérience, une numération sanguine a été effectuée sur la machine Cell Dyn Systems 3500/3700 Abbott Laboratories. Cette investigation a été finalisée à

mettre en évidence des éventuelles altérations fonctionnelles. Les résultats de cette expérience, toute forme « NAT » et « SYN » de la molécule confondue, nous a permis de mettre en évidence que la concentration de 50 microgr / souris était la plus appropriée, car les marqueurs de la lignée blanche (WBC, NEU, LYM, MONO) et des plaquettes (PLT) se maintenaient à des valeurs proches du lot du contrôle. Les marqueurs de la lignée rouge (RBC HGB et HTC) étaient par ailleurs stables à toutes les concentrations testées (figures 11 à 15).

Une deuxième expérience a été réalisée, en utilisant que la molécule de synthèse, à des concentrations de 5, 10 et 20 microgr / souris plus un lot de contrôle, pour à nouveau 4 animaux par lot, en mode IP uniquement.

Puis, à l'issue de l'expérience, comme dans l'expérience précédente, une numération sanguine a été effectuée. Les résultats (figures 16 à 20) montrent bien que la molécule « SYN » au concentration testées est stable, se maintenant aux valeurs du range standard.

Une troisième expérience a été effectuée pour tester la molécule « NAT » aux mêmes concentrations que la »SYN », mais en augmentant le nombre d'animaux, c'est à dire 5 animaux par lot. Les résultats (figures 21 à 25) montrent bien que la molécule « NAT » au concentrations testées est stable, se maintenant aux valeurs du range standard.

Les molécules « NAT » et « SYN » formes naturelle et synthétique de l'acétate de géranyl, molécule dénommée « AISA 5201 » et choisie quant à sa représentativité de la classe AISA, sont comparables, quant à leur non-toxicité *in vivo* dans un modèle murin sur les paramètres de la numération sanguine, à des concentrations de 5, 10, 25 et 50 microgr / souris, correspondantes à des concentration non toxiques *in vitro*, permettant d'observer l'effet biologique

voulu, i.e. l'inhibition de l'adhérence endothéliale, ainsi que de la polymérisation de l'actine endothéliale.

Le tableau 1 ci-après donne les valeurs standard de la numération sanguine dans la souris C57/BL6.

Tableau 1

	Dose 10 ug	Dose 25 ug	Dose 50 ug	Contrôle
WBC range	8,13 -11,3	7,10 - 7,79	3,29 -6,79	0,708 3,63
NEU range	0,907 0,816	1,76 - 1,94	0,476 1,46	0,347 0,868
LYM range	5,94 - 7,55	4,47 - 5,30	1,52 -5,36	0,255 -2,23
MONO range	0,422 0,458	0,519 0,725	0,247 0,300	0,089 0,286
EOS range	0,009 0,015	0,003 -0,044	0,005 0,014	0,007 0,008
BASO range	0,044-0,076	0,029-0,098	0,033-0,057	0,008-0,021
RBC range	8,34 - 8,66	6,62 - 8,20	6,64 -7,55	6,80 -8,63
HGB range	13,1 - 13,2	10,3 - 12	10,3 -11,4	10,6 -12,3
HCT range	38,1 - 39,6	30,2 - 36,6	31,5 -33,4	31,1 -38,8
MCV range	44,4 - 45,6	44,6 - 44,6	43,7 -44,2	44,8 -44,9
MCH range	15 - 15,1	14,6 - 14,6	14,7 -15,1	14,6 -15,1
MCHC range	32,9 - 33,5	32,7 - 32,7	32,6 -33,7	32,6 -33,6
RDW range	15,6 - 16	16,1 - 17	15,3 -16,9	15,8 -16,5
PLT range	1089 -1091	1289 -1508	1220 -1282	768 - 966
MPV range	8,71 - 8,87	8,63 - 8,75	8,32 -8,65	8,79 -9,66
WIC range	8,47 - 11,3	7,57 - 13,8	4,44 -7,27	0,847 3,63
WOC range	7,82 - 8,13	6,58 - 12	3,29 -6,46	0,708 2,89

REVENDICATIONS

1) Utilisation d'une molécule choisie dans le groupe comprenant l'acétate de géranyl, le géraniol, l'isomenthone, le limonène, ou le mélange d'au moins deux de celles-ci pour la préparation d'un médicament utile pour prévenir ou traiter la sénescence des cellules endothéliales vasculaires et la dégénérescence des tissus induite par des épisodes inflammatoires répétés.

2) Utilisation selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite molécule est contenue une huile essentielle d'origine végétale.

3) Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, isolée et purifiée ou préparée par synthèse.

4) Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit médicament est utile pour traiter la sénescence des cellules endothéliales vasculaires et la dégénérescence des tissus induite par des épisodes inflammatoires répétés résultant de la présence de cellules cancéreuses.

5) Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit médicament est utile pour traiter la sénescence des cellules endothéliales de la microvasculature du derme ainsi que la dégénérescence des tissus induite par des épisodes inflammatoires répétés résultant de l'exposition au soleil (UV), de la pollution, de micro abrasion.

6) Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit médicament est utile pour traiter la dégénérescence des tissus induite par des épisodes inflammatoires rencontrés dans une pathologie inflammatoire chronique ou auto-immune choisie dans le groupe comprenant la polyarthrite rhumatoïde, l'ostéoarthrite, les spondylarthrites, la goutte, l'arthrose et toutes les autres formes d'arthrites, l'hépatite chronique, la rectocolite hémorragique, la maladie de Crohn, les vasculites, la sclérose en plaques, le psoriasis, les lupus érythémateux et cutané ainsi que les sclérodermies.

7) Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit médicament est utile pour traiter la dégénérescence des tissus induite par des épisodes inflammatoires rencontrés dans une pathologie dégénérative cérébrale choisie dans le groupe comprenant la maladie d'Alzheimer, les démences séniles vasculaires ou mixtes, la maladie de Parkinson, la maladie de Huntington.

8) Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que ledit médicament est administré par voie topique, orale, entérale, parentérale ou par inhalation.

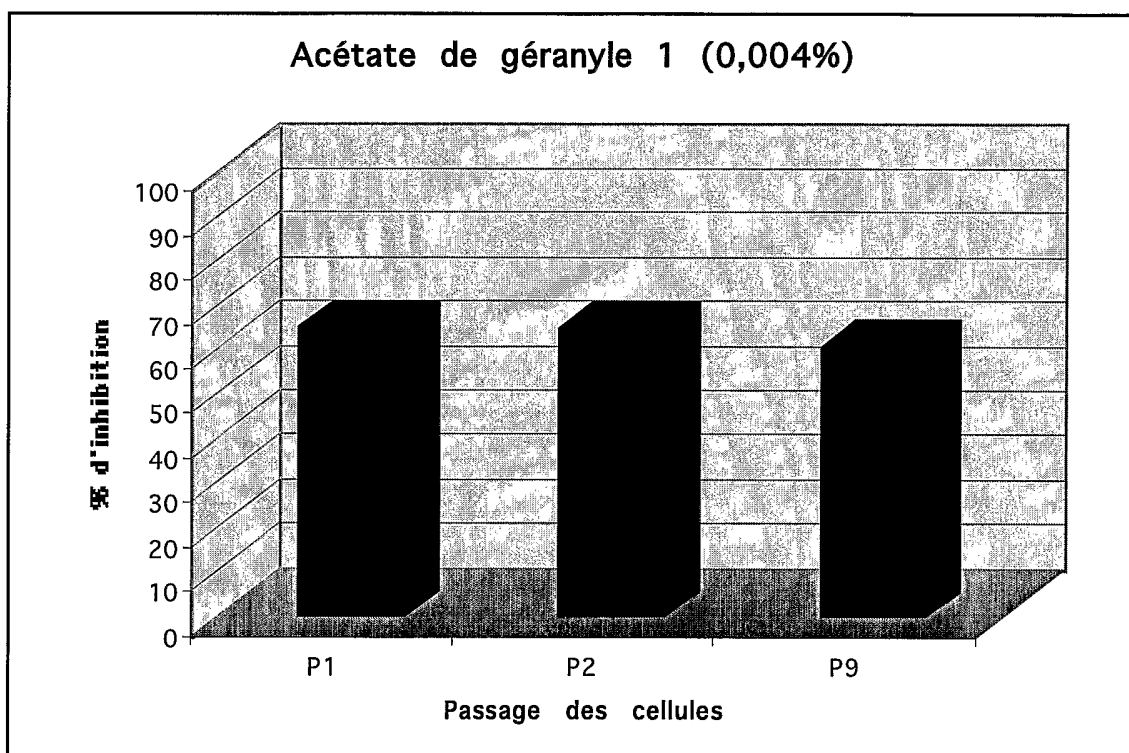


Figure 1

2/27

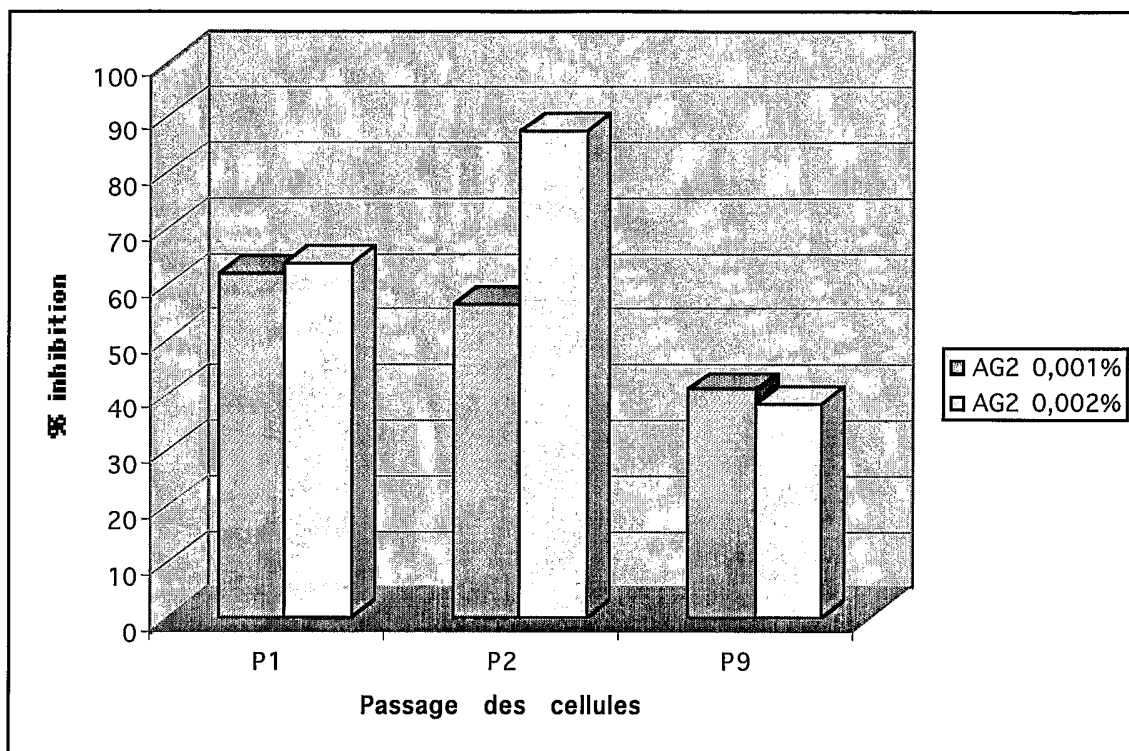


Figure 2

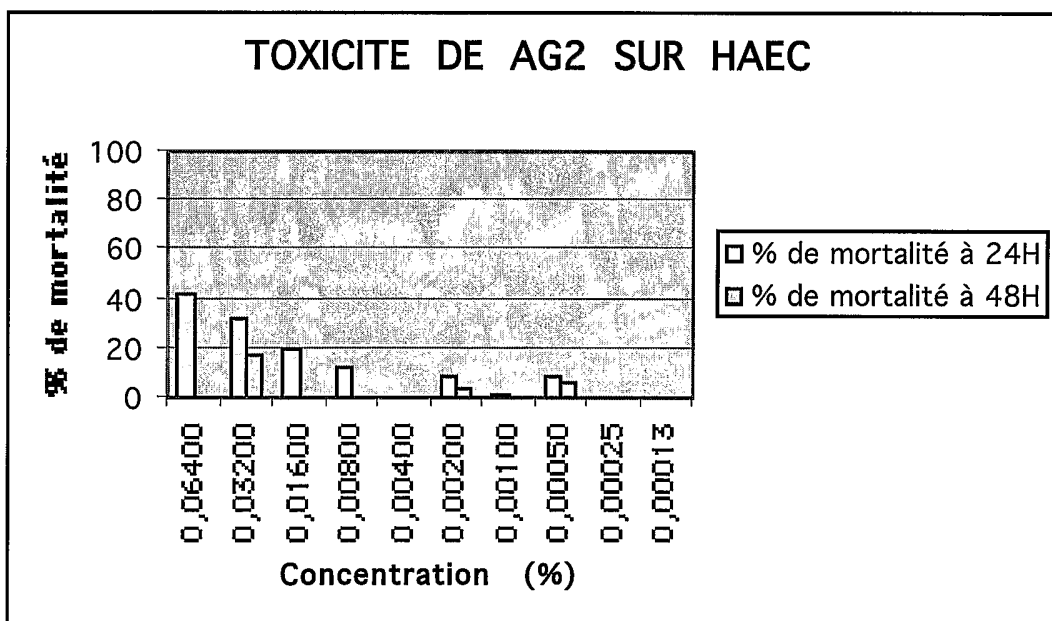
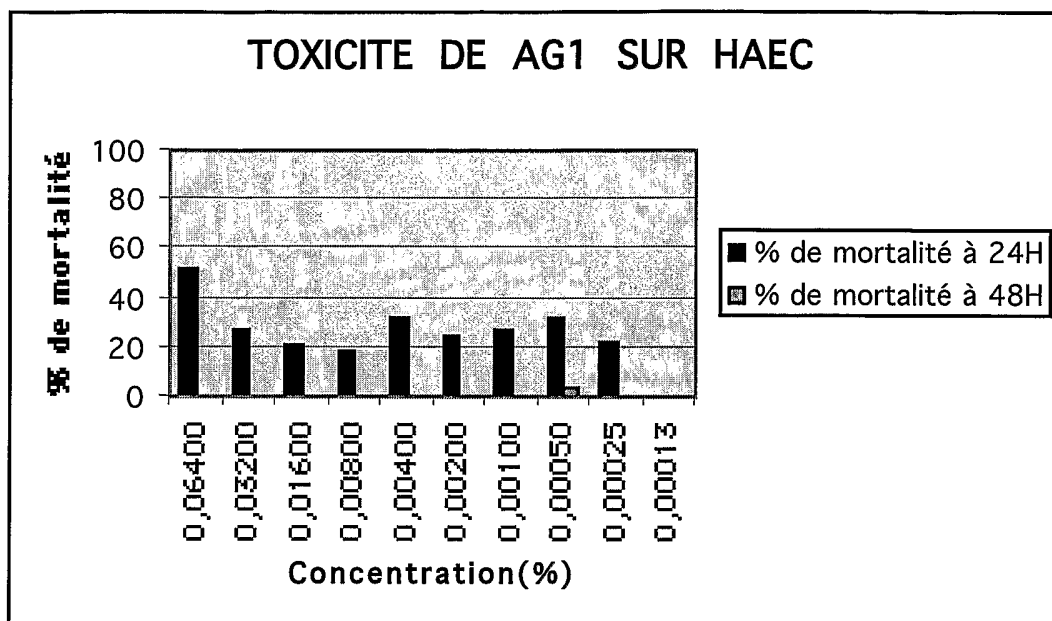


Figure 3A

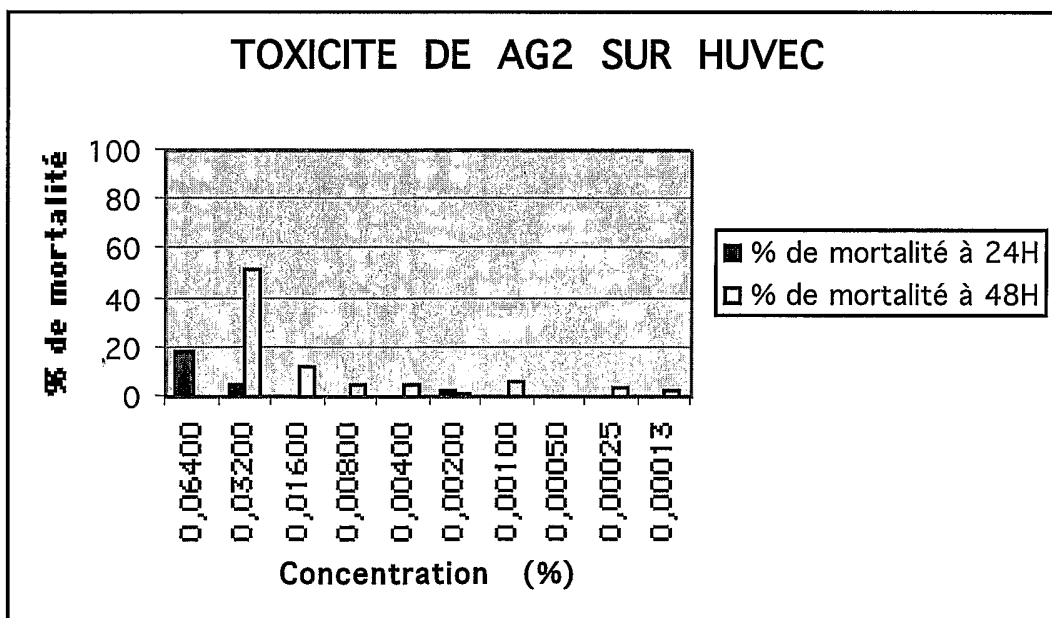
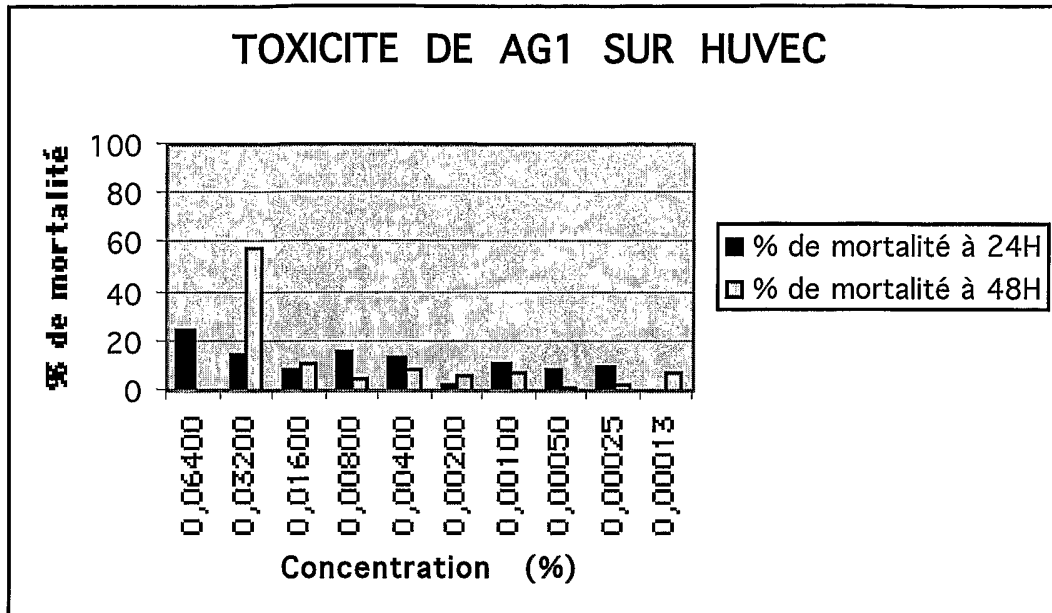


Figure 3B

5/27

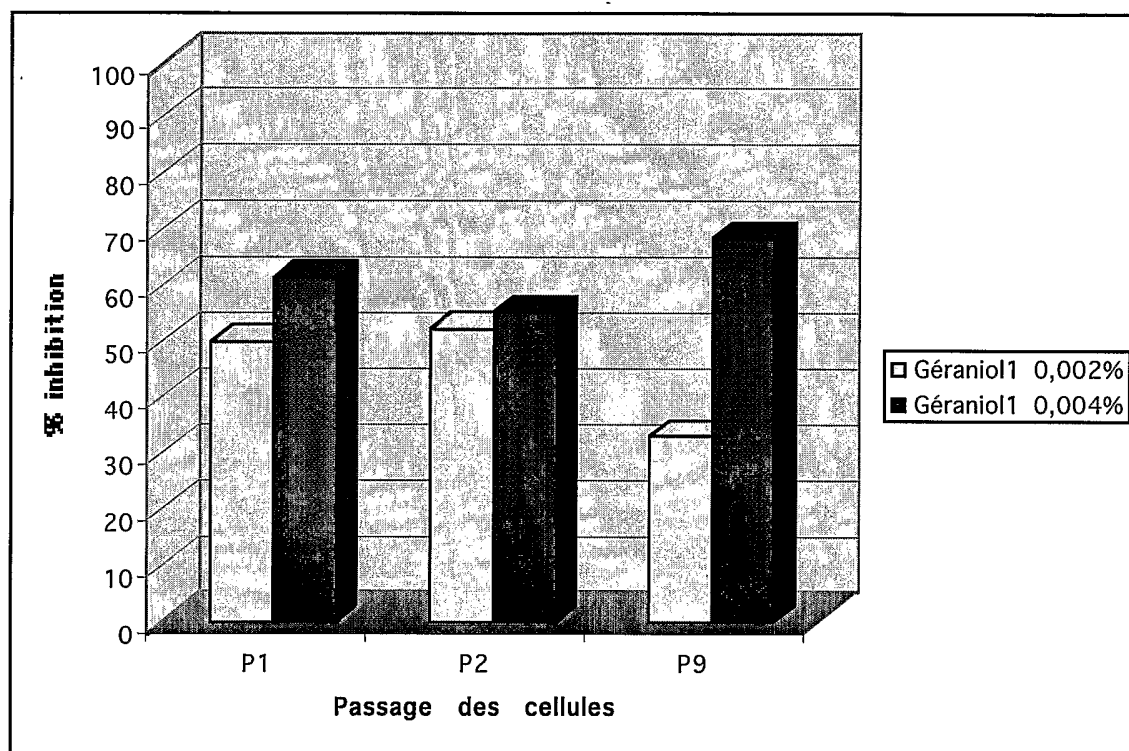


Figure 4

6/27

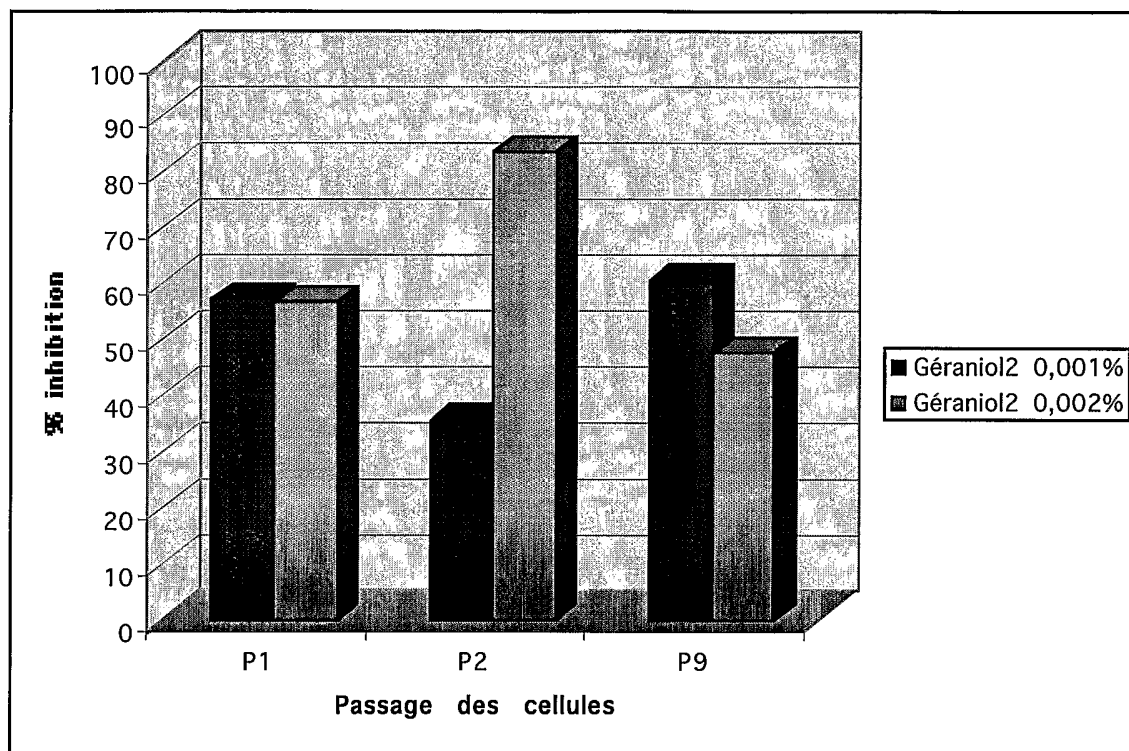


Figure 5

7/27

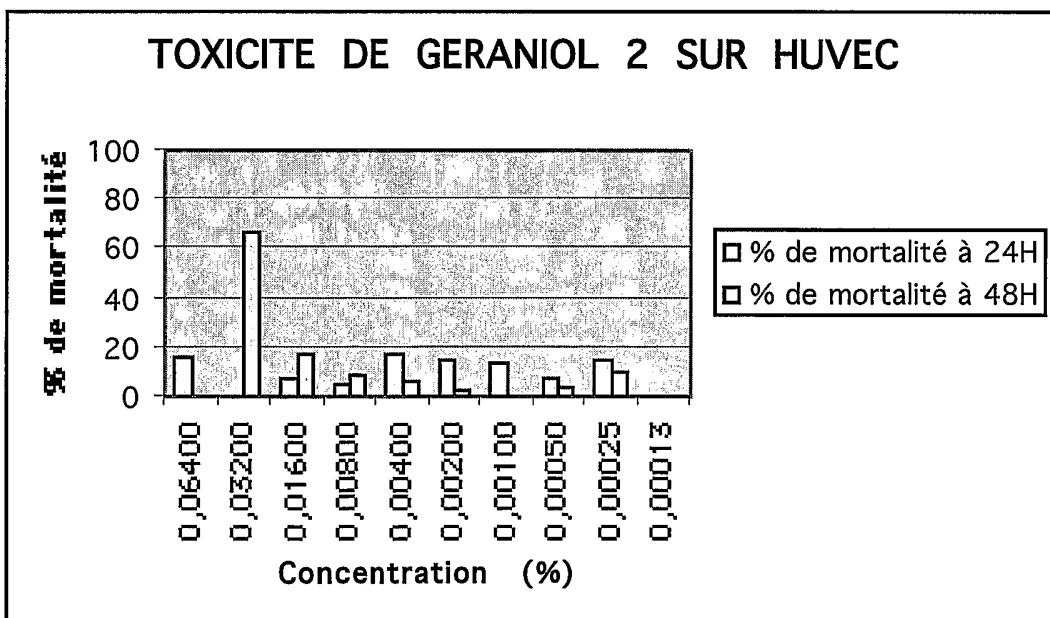
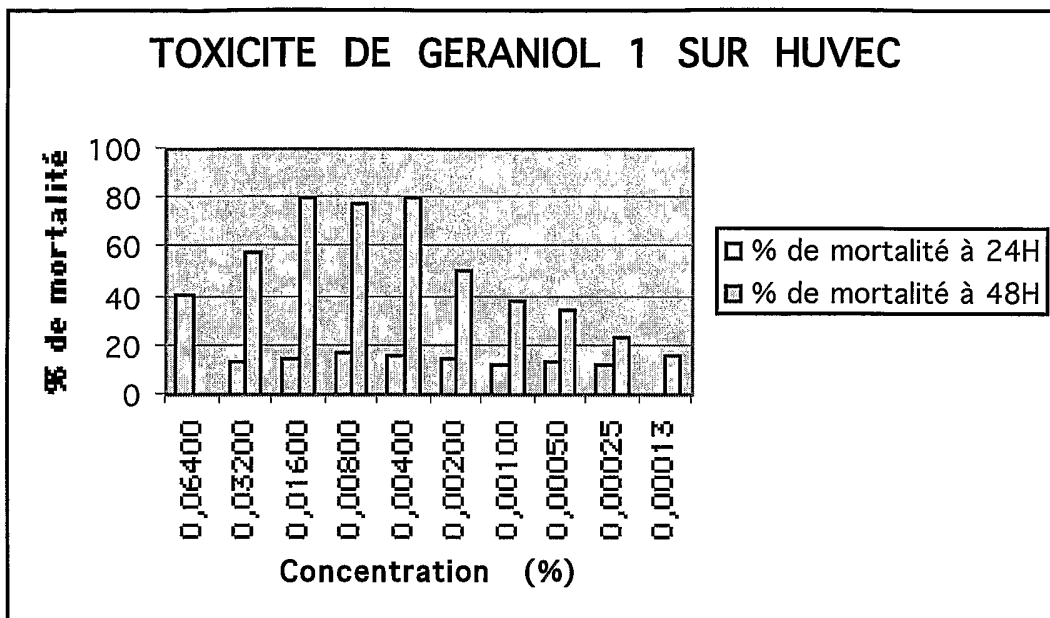


Figure 6A

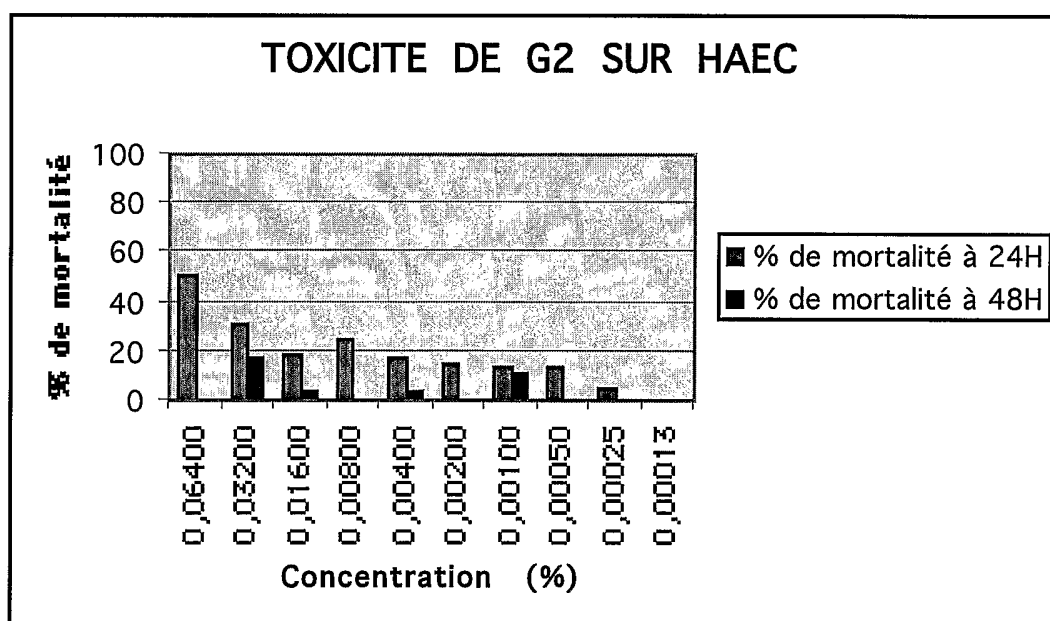
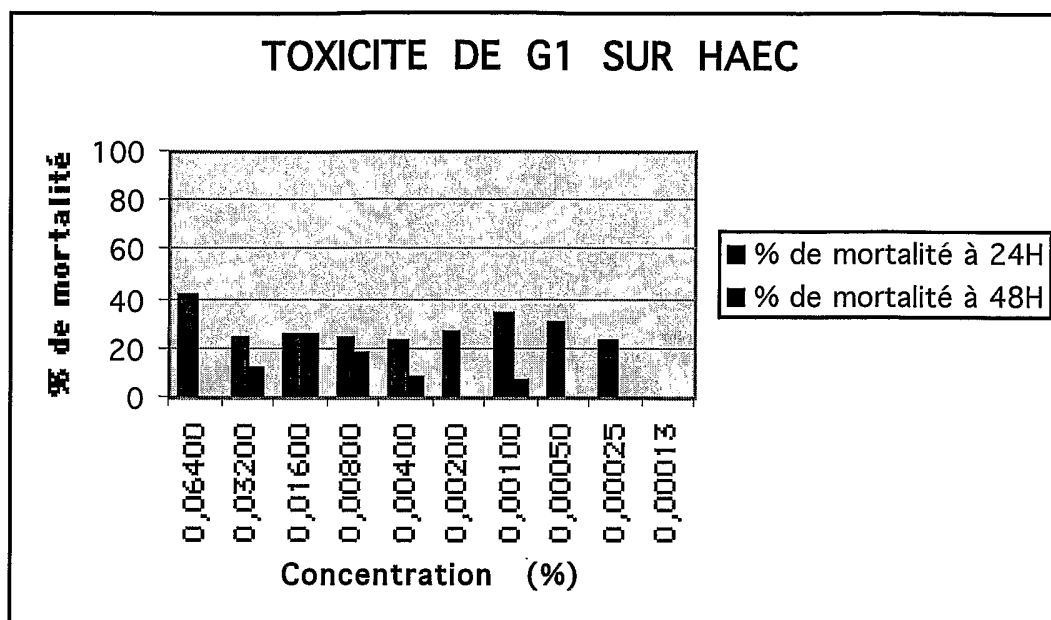


Figure 6B

9/27

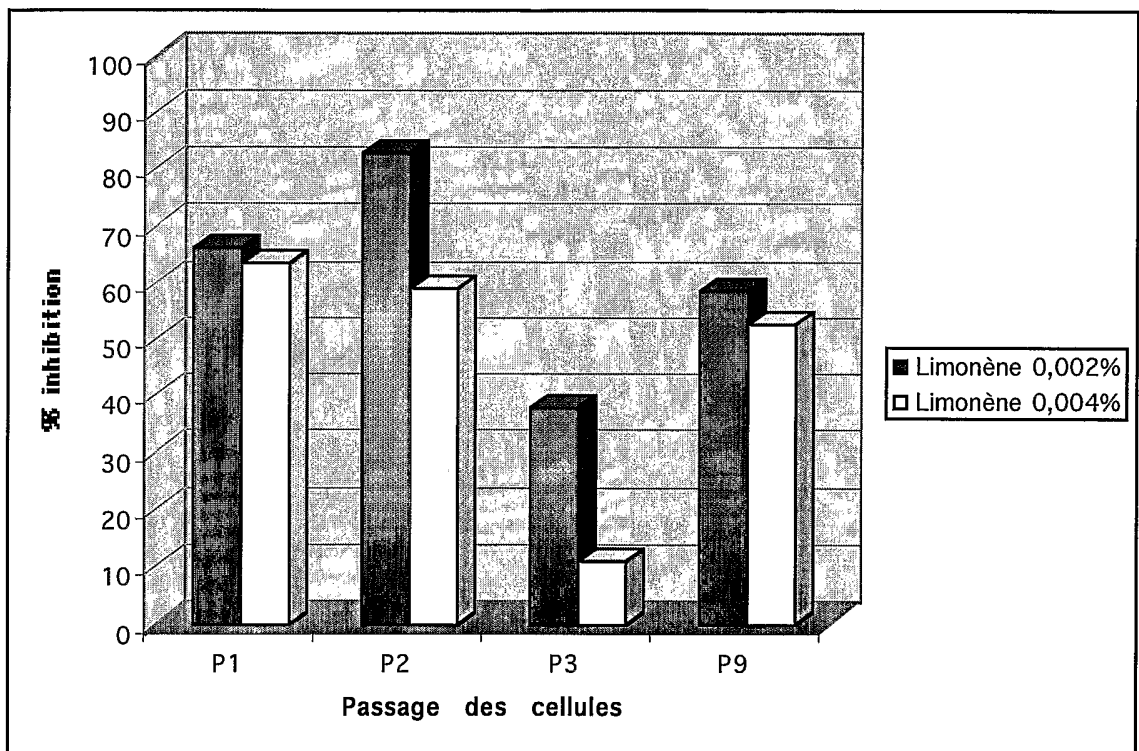


Figure 7

10/27

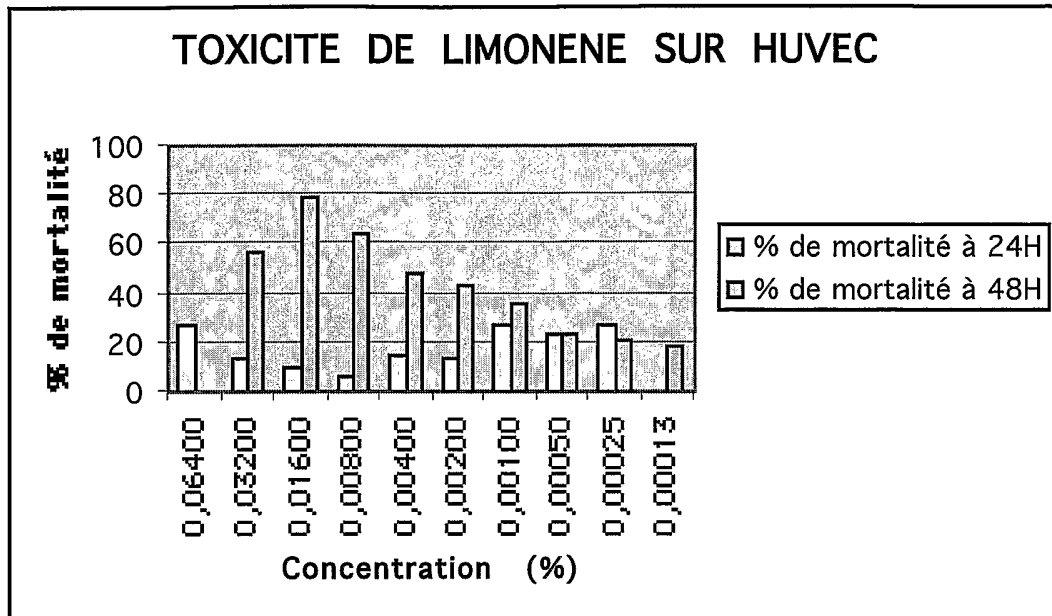


Figure 8A

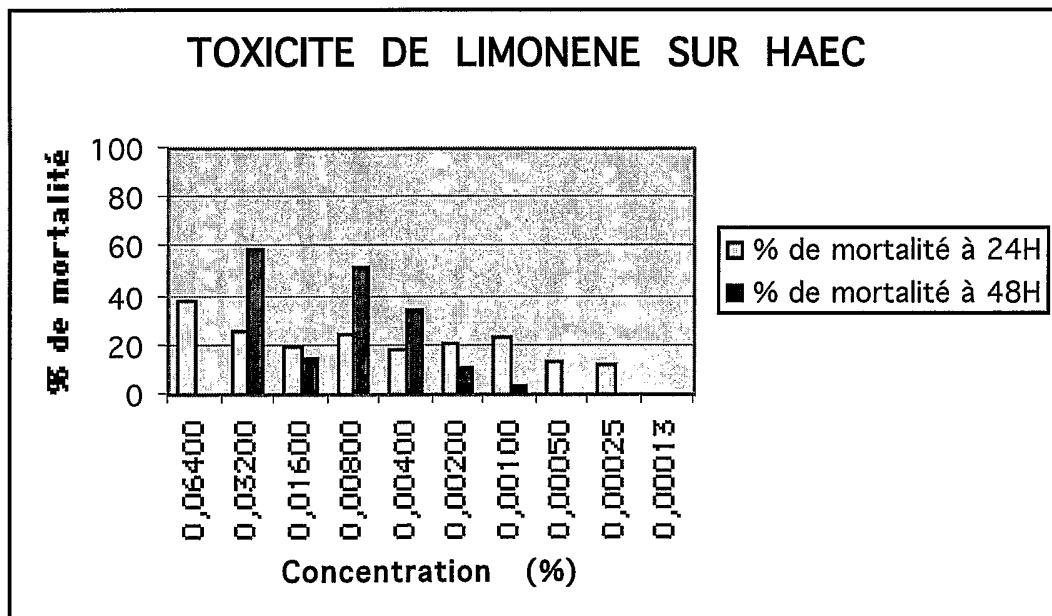


Figure 8B

11/27

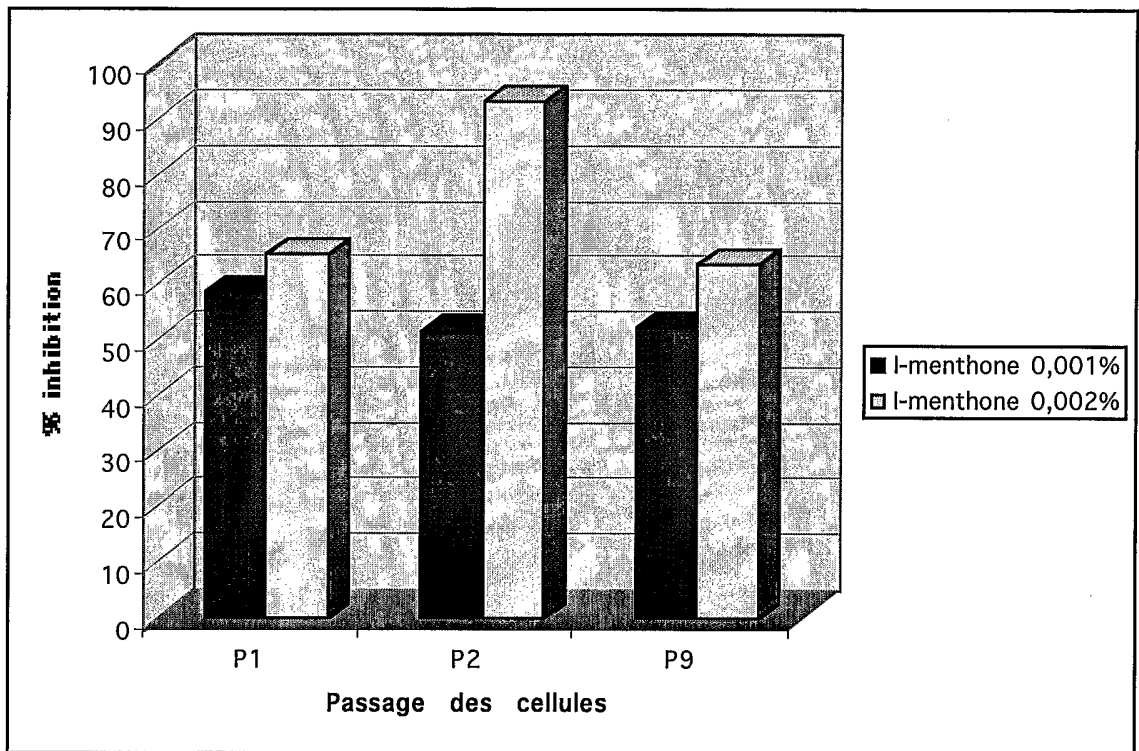


Figure 9

12/27

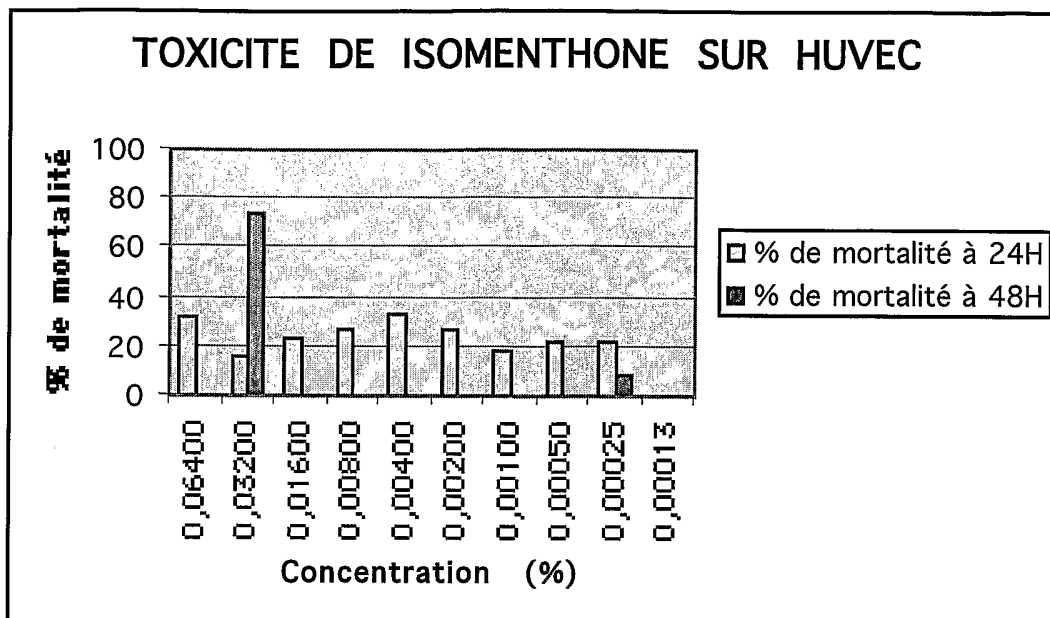


Figure 10A

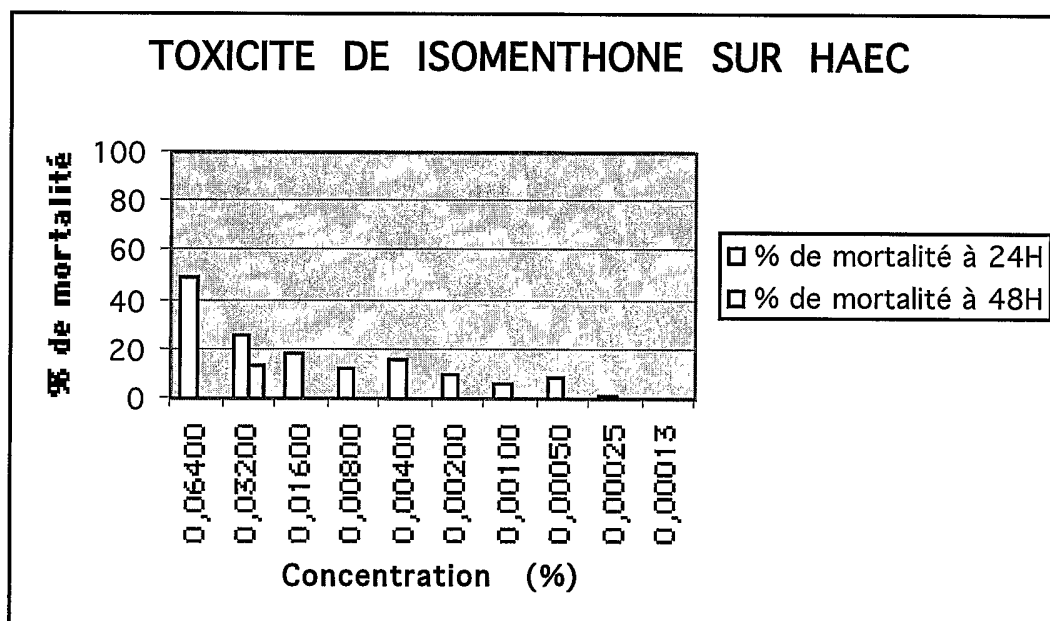
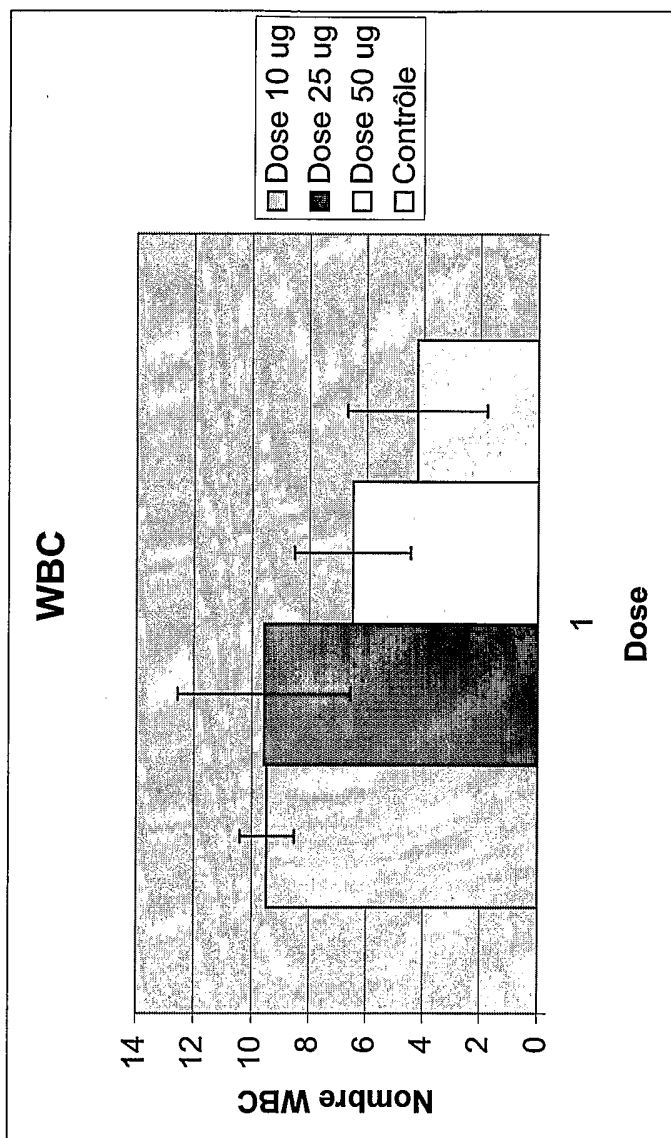


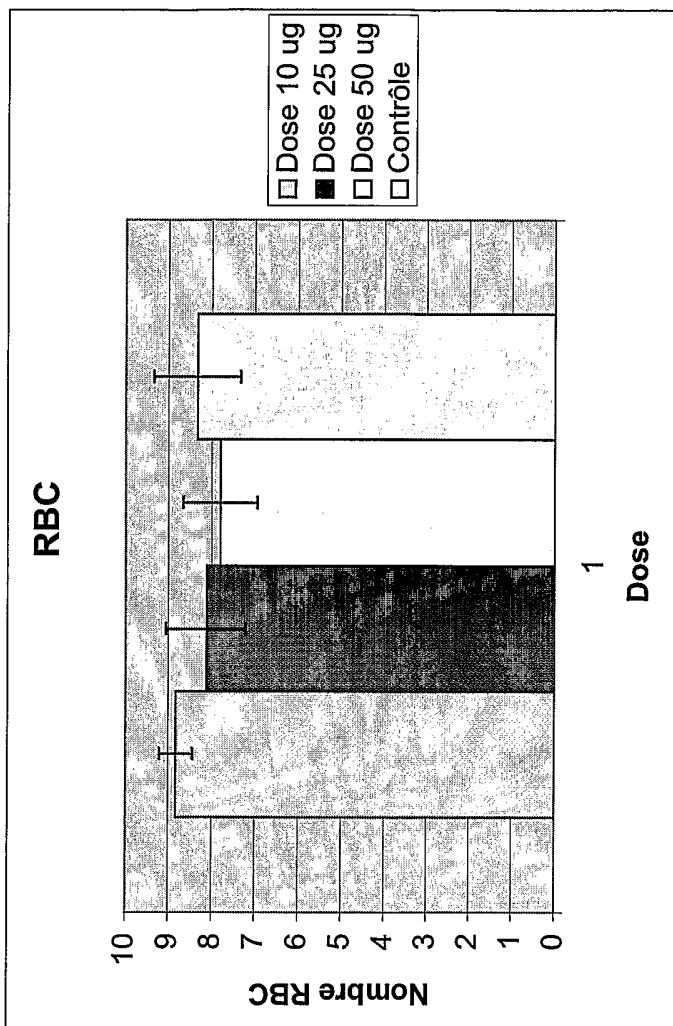
Figure 10B



Range valeurs WBC 1,8 – 10,2 selon Jackson Laboratories

Figure 11

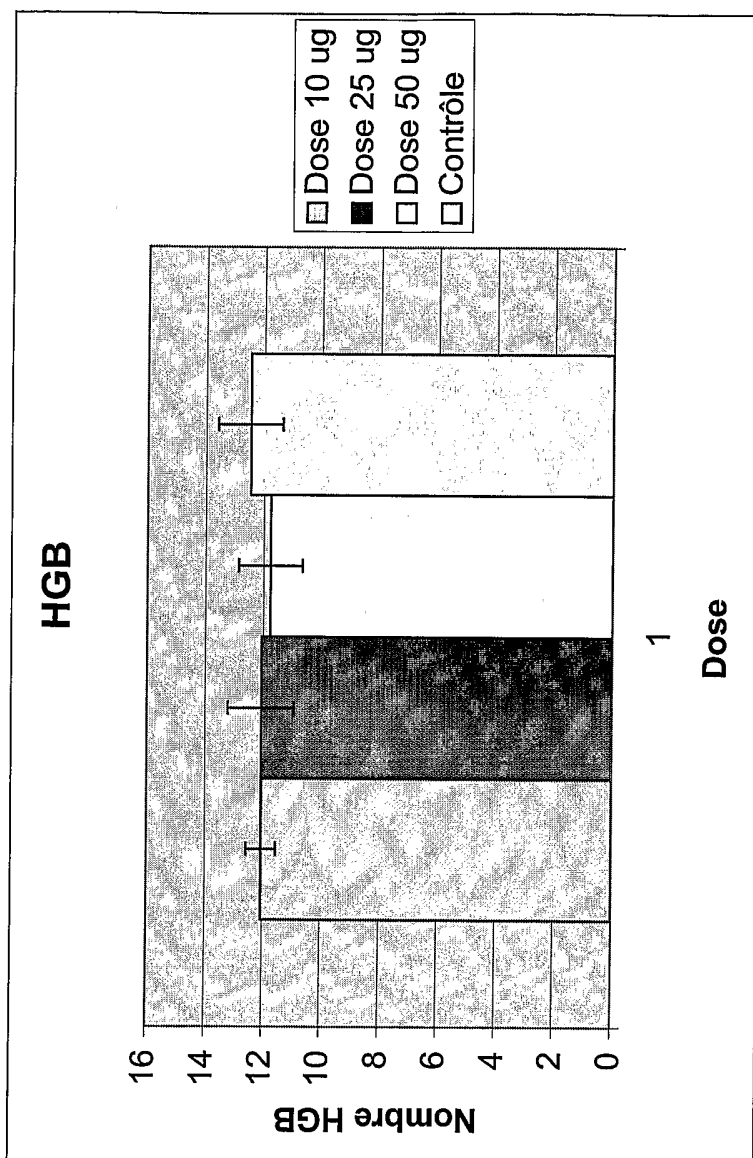
14/27



	Moyenne	Ecart type
Dose 10µg	8,83	0,36
Dose 25µg	8,12	1,03
Dose 50µg	7,8	0,92
Moy. Ctrl	8,33	1,15

Range valeurs RBC 9-10,2 selon Jackson Laboratories

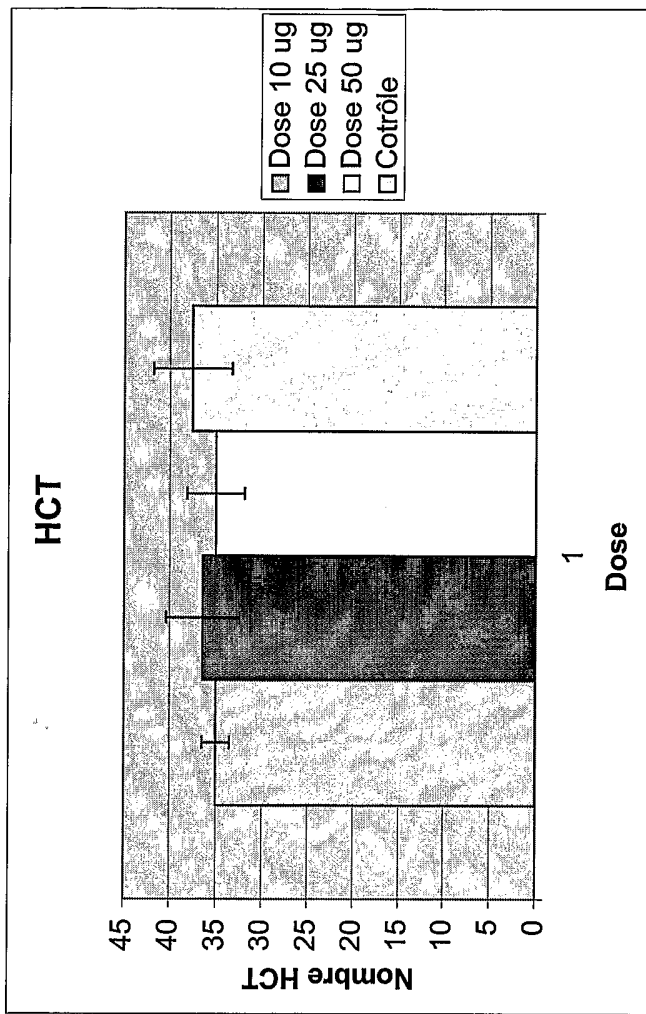
Figure 12



	Moyenne	Ecart type
Dose 10µg	13,47	0,38
Dose 25µg	12,06	1,27
Dose 50µg	11,76	1,18
Moy. Ctrl	12,53	1,42

Range valeurs HGB 13,5 – 15,6 selon Jackson Laboratories

Figure 13

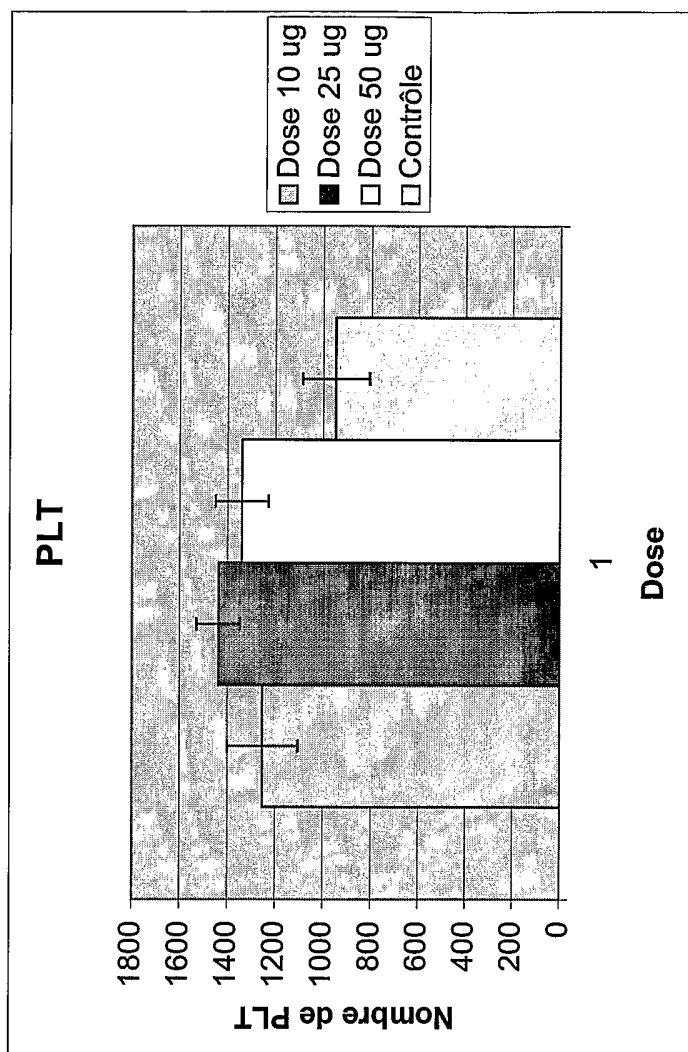


	Moyenne	Ecart type
Dose 10µg	40,05	1,26
Dose 25µg	36,46	4,38
Dose 50µg	35,06	3,27
Moy. Ctrl	37,6	4,89

**Range valeurs HCT 44, 1-48, 4
selon Jackson Laboratories**

Figure 14

17/27

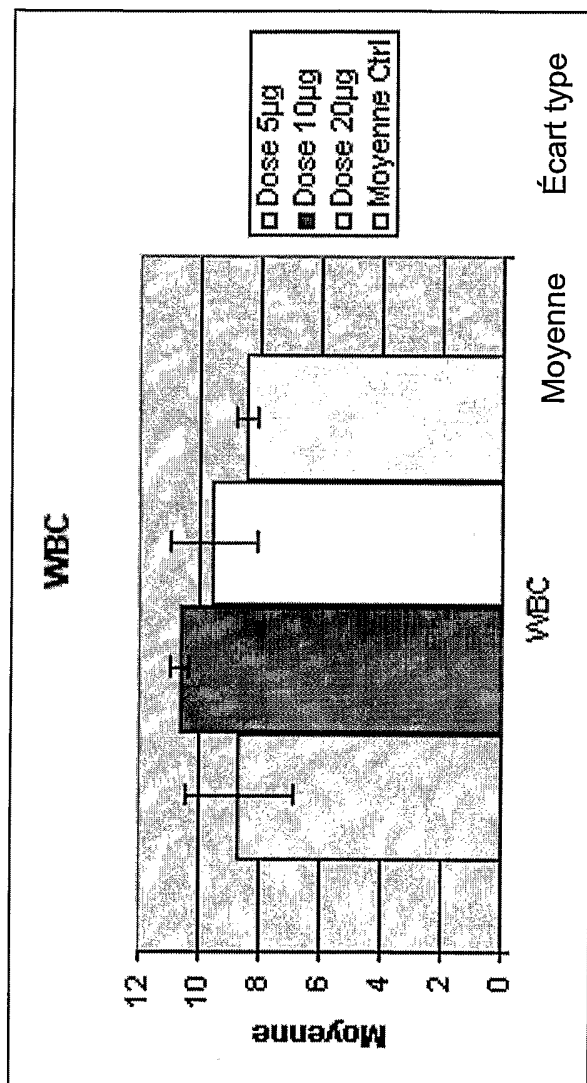


	Moyenne	Ecart type
Dose 10µg	1254,25	147,28
Dose 25µg	1438	91,29
Dose 50µg	1340	111,18
Moy. Ctrl	948,66	140,97

**Range valeurs PLAQUETTES 1178-1374
selon Jackson Laboratories**

Figure 15

18/27

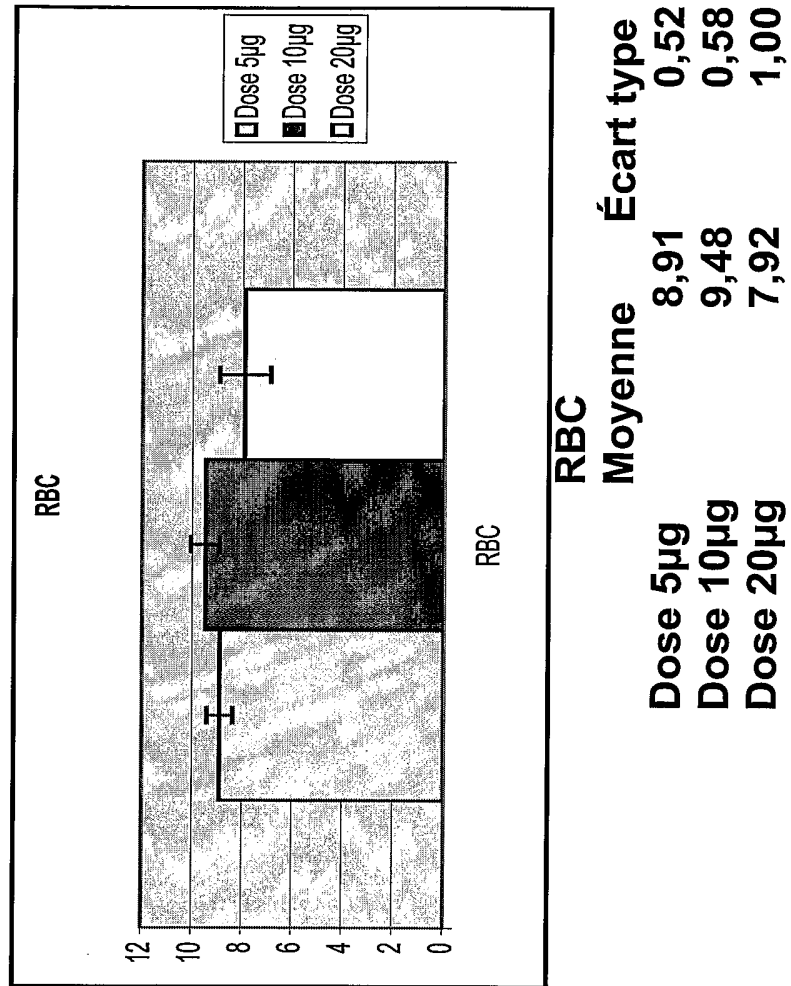


Dose 5µg	8,65	1,77
Dose 10µg	10,65	0,3
Dose 20µg	9,53	1,4
Moyenne Ctrl	8,44	0,38

**Range valeurs WBC 1,8 – 10,2
selon Jackson Laboratories**

Figure 16

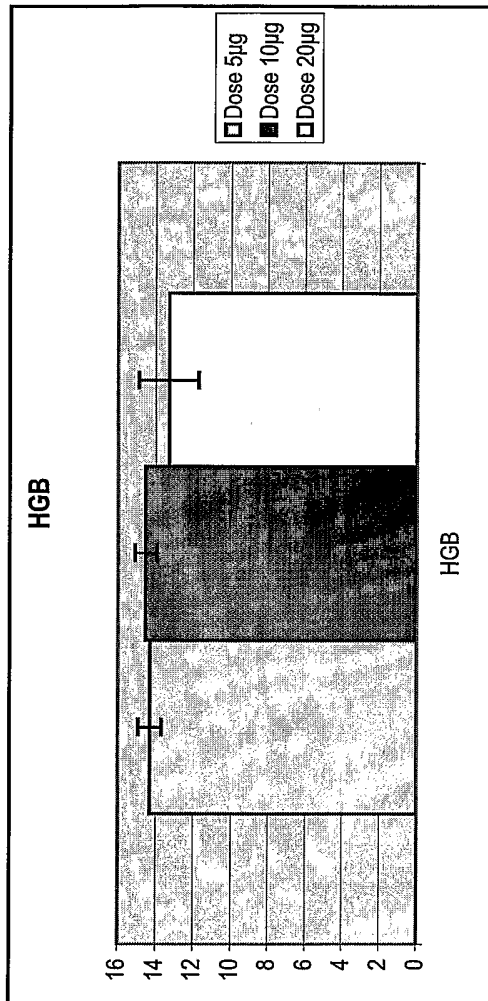
19/27



Range valeurs RBC 9-10,2 selon Jackson Laboratories

Figure 17

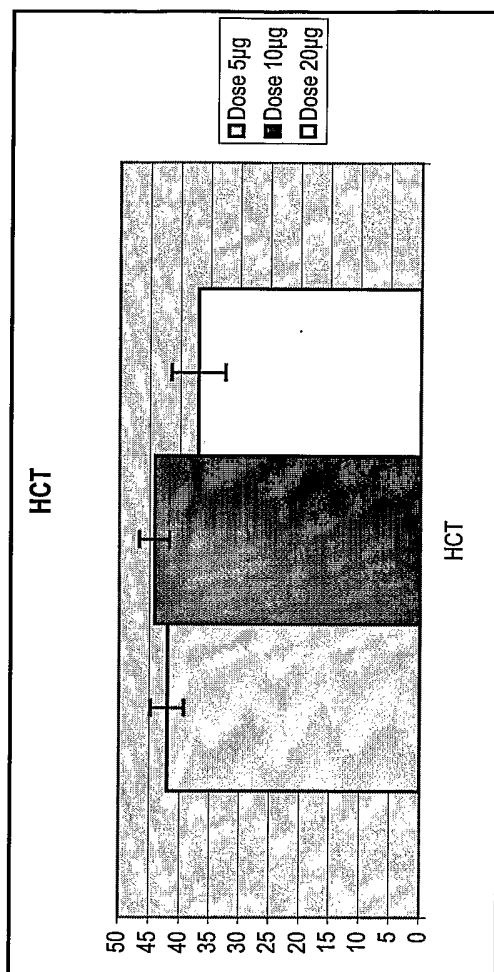
20/27



HGB		
Dose type	Moyenne	Écart type
Dose 5µg	14,32	0,61
Dose 10µg	14,55	0,56
Dose 20µg	13,32	1,60

Range valeurs HGB 13,5 – 15,6
selon Jackson Laboratories

Figure 18

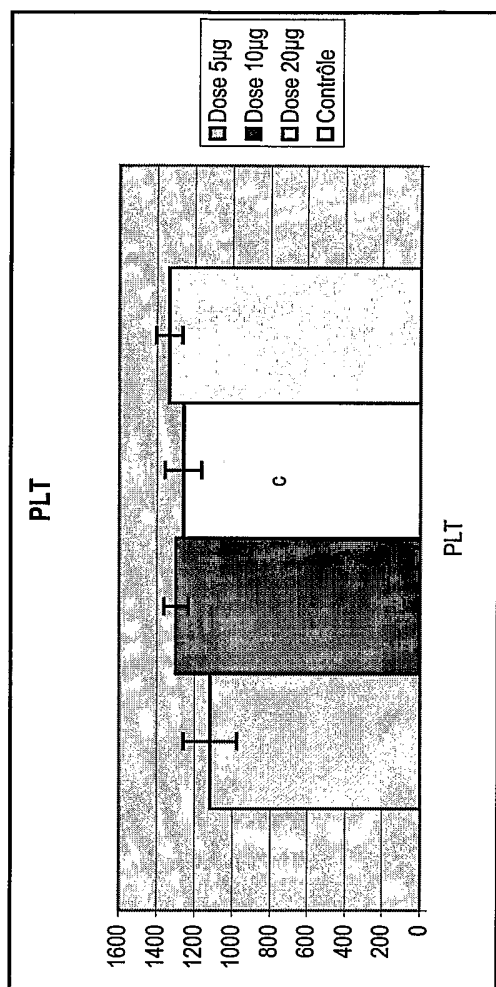


HCT		
Dose type	Moyenne	Écart type
Dose 5µg	42,12	2,78
Dose 10µg	44,25	2,49
Dose 20µg	37,06	4,51

Range valeurs HCT 44,1-48,4
selon Jackson Laboratories

Figure 19

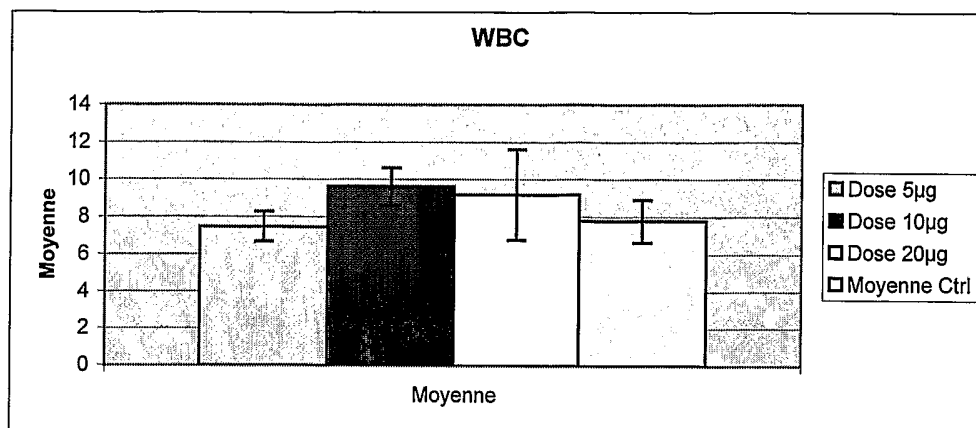
22/27



PLT	
Moyenne	Écart type
Dose 5µg	1121,25
Dose 10µg	1300,00
Dose 20µg	1263,66
Contrôle	1336,75
	142,80
	62,05
	95,84
	67,66

Range valeurs PLAQUETTES 1178-1374
selon Jackson Laboratories

Figure 20

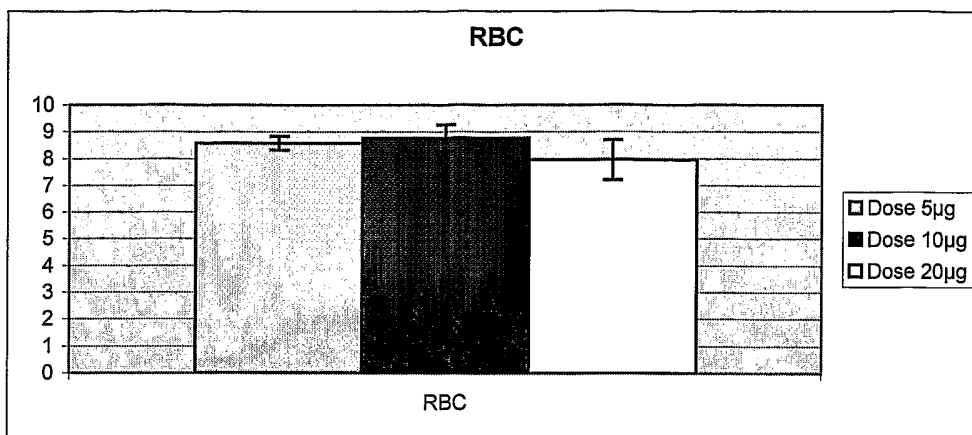


	Moyenne	Écart type
Dose 5µg	8,65	1,77
Dose 10µg	10,65	0,3
Dose 20µg	9,53	1,41
Moyenne Ctrl	8,44	0,38

**Range valeurs WBC 1,8 – 10,2
selon Jackson Laboratories**

Figure 21

24/27

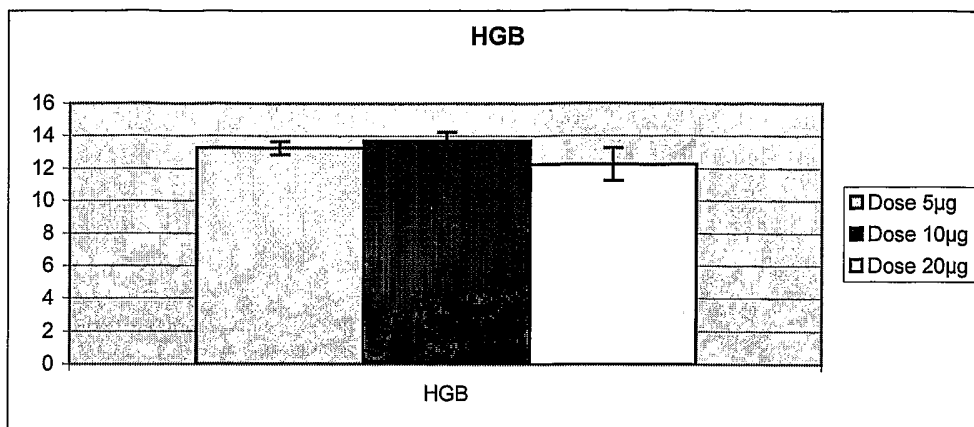


	Moyenne	Écart type
Dose 5µg	8,91	0,52
Dose 10µg	9,48	0,58
Dose 20µg	7,92	1,00

**Range valeurs RBC 9-10,2
selon Jackson Laboratories**

Figure 22

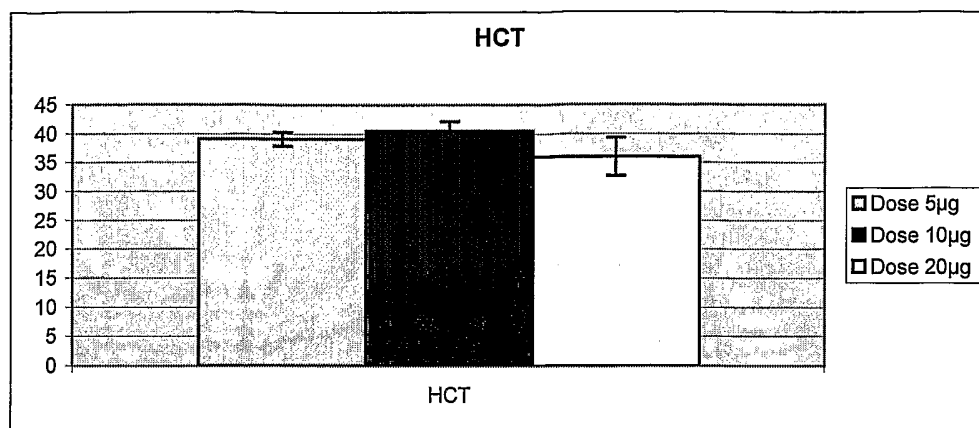
25/27



	Moyenne	Écart type
Dose 5µg	14,32	0,61
Dose 10µg	14,55	0,56
Dose 20µg	13,325	1,60

**Range valeurs HGB 13,5 – 15,6
selon Jackson Laboratories**

Figure 23

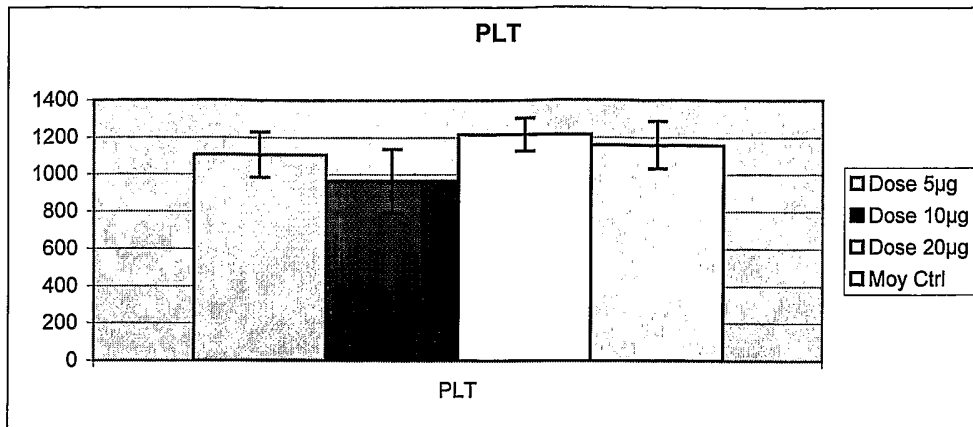


	Moyenne	Écart type
Dose 5µg	39,12	1,20
Dose 10µg	40,5	1,61
Dose 20µg	36,02	3,25

Range valeurs HCT 44,1-48,4
selon Jackson Laboratories

Figure 24

27/27



	Moyenne	Écart type
Dose 5µg	1107,8	122,43
Dose 10µg	967	171,84
Dose 20µg	1214,8	88,85
Moy Ctrl	1159,75	127,33

**Range valeurs PLAQUETTES 1178-1374
selon Jackson Laboratories**

Figure 25