

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 043 460**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **15 60599**
⑤① Int Cl⁸ : **G 01 L 23/24 (2006.01)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ EMBOUT ANTI-RESONNANCE DE CAVITATION ET ANTI-SUIE POUR CAPTEUR DE PRES-
SION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

②② Date de dépôt : 05.11.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 12.05.17 Bulletin 17/19.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 25.01.19 Bulletin 19/04.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée —FR et

⑦② Inventeur(s) : PATRI CYRILLE et JOLY MATTHIEU.

⑦③ Titulaire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée,
CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH.

⑦④ Mandataire(s) : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE Société par actions simplifiée.

FR 3 043 460 - B1



L'invention concerne le domaine des capteurs de pression intégrés dans la chambre de combustion du bloc moteur d'un moteur à explosion. L'invention concerne plus particulièrement un tel capteur muni d'un embout prévu pour équiper le bloc moteur d'un véhicule automobile.

5 Les moteurs à combustion des véhicules automobiles comportent au moins une chambre de combustion ménagée entre un cylindre, un piston coulissant dans le cylindre et une culasse en regard du piston. Une telle culasse porte au moins une soupape et au moins une bougie d'allumage pour les moteurs essence, ou de préchauffage pour les moteurs diesel. Une telle culasse du moteur peut également être
10 munie d'un capteur de pression pour connaître la valeur de la pression à l'intérieur de chaque cylindre, en vue de mieux contrôler le déroulement de la combustion au cœur du moteur. Cette information est utilisée pour réguler l'injection de carburant dans chacun des cylindres avec plus de précision. La consommation en carburant du moteur peut ainsi être optimisée et les émissions polluantes réduites.

15 La demande WO2010/26316 décrit ce type de capteur de pression intégré à la culasse dans le cadre des moteurs diesel, essence ou autre et qui peut être en tout ou partie intégré à la bougie de préchauffage, à l'injecteur ou autre.

Il est également connu de réaliser un logement par perçage dans la culasse pour y insérer le capteur de pression et lui donner accès à la chambre de combustion.
20 Ainsi, le capteur de pression communique avec la chambre de combustion par une petite cavité tubulaire. Une telle cavité tubulaire favorise la formation d'ondes acoustiques harmoniques oscillatoires. De telles ondes sont dues à la propagation des ondes de pression dans le tube et perturbent la lecture de la pression réelle par le capteur. En effet, l'onde se propage dans le tube et se réfléchit en frappant sur l'élément de mesure du
25 capteur ce qui se traduit par des phénomènes de cavitation. Ces ondes acoustiques, par leurs battements sur le susdit élément de mesure, se retrouvent alors superposées à la pression réelle de la combustion, ce qui crée un bruit sur la mesure.

En outre, la réaction chimique de la combustion d'un moteur produit divers résidus qu'on dénomme de façon générale « suie ». Cette suie est propagée par la
30 turbulence de la combustion et peut se déposer sur toutes les surfaces métalliques de la chambre, conduisant à l'encrassement du moteur. Par conséquent, la suie se dépose également sur le capteur de mesure, et en particulier, sur la partie du capteur positionnée en regard de la chambre de combustion. Ce dépôt favorise la création d'une croûte qui change ou perturbe les propriétés de mesure du capteur. En particulier, une telle croûte,

parce qu'elle est rigide, modifie la sensibilité de mesure du capteur car son élément sensible subira alors moins l'effet de la pression retenue par la croute.

De plus, la présence d'une croute noire sur le capteur de mesure change l'effet de la température de la combustion sur l'embout du capteur, ce qui entraîne des perturbations thermiques sur le capteur et provoque des déformations, du stress, des contraintes, etc. Le capteur devient donc plus sensible aux chocs thermiques et aux variations de pression au cours des cycles de combustion, ce qui à terme impacte la précision de lecture et la durée de vie du capteur.

Il y a donc un besoin d'éviter les dépôts de suie et/ou la propagation des ondes acoustiques parasites au niveau du capteur de mesure de pression.

L'invention vise à résoudre les inconvénients de l'art antérieur et concerne à cette fin un capteur de pression pour moteur à combustion interne comprenant :

- un corps contenant un moyen de mesure de pression comportant une membrane et un moyen de fixation à la culasse du susdit moteur ; et
- un embout qui s'étend sensiblement dans un prolongement axial dudit corps, caractérisé en ce que l'embout comprend une partie allongée, et, une convexité sensiblement hémisphérique positionnée sur la partie terminale de ladite partie allongée.

La partie allongée et la partie terminale qui la prolonge sont reliées à la base de l'embout de sorte qu'elles évitent, au moins partiellement, une communication directe entre la lumière de la cavité tubulaire du cylindre moteur et le moyen de mesure de pression. Ainsi, les dépôts et les ondes parasites sont fortement diminués.

Ladite partie allongée dudit embout du capteur de pression selon l'invention comporte avantageusement un tronçon de forme tronconique.

Une telle forme tronconique de l'extrémité du capteur qui doit pénétrer dans la chambre de combustion ménage des ruptures de pentes sur la partie allongée de l'embout. De telles ruptures de pente sur l'embout entraînent une rupture dans la géométrie de l'espace résiduel entre la cavité tubulaire de la culasse et l'embout, qui est alors de forme irrégulière. Les inventeurs ont démontré que ceci permet d'éviter les phénomènes de cavitation et garantit in fine une lecture fiable de la pression au sein de la chambre de combustion.

L'ensemble de la partie allongée est avantageusement de forme tronconique et s'évase vers la convexité de l'embout. Ainsi, l'embout a une conformation qui est celle d'une tétine dont le mamelon, qui peut aussi être qualifié dans ce contexte de saillie, a une section plus large que la base. Une telle conformation de la saillie de l'embout permet de créer un effet Venturi qui va accélérer l'écoulement des ondes de pression, voire même les rendre non laminaires. En outre, cette conformation fait office de barrière, et,

permet la formation d'une poche de gaz dans la cavité tubulaire ménagée dans la culasse et traversée par l'embout qui isole thermiquement le corps du capteur. Par conséquent, le capteur ne subit pas les gradients thermiques dus à la combustion car cette poche de gaz lisse et écrête les variations thermiques. De plus, une telle poche de gaz est sensiblement isolée du reste de la chambre de combustion, et donc le volume mort occupé par la susdite cavité tubulaire ne perturbe pas le fonctionnement du moteur et n'impacte pas ses performances.

Avantageusement, la partie allongée de l'embout du capteur de pression a une section de 1 à 3 mm de diamètre à sa base, une section de 2 à 6 mm de diamètre sur son extrémité terminale et une longueur axiale de 5 à 9 mm. La partie allongée de l'embout du capteur de pression a avantageusement une section de 20 à 50 % inférieure en diamètre à sa base par rapport au diamètre de l'élément du capteur qui reçoit la pression, une section de diamètre inférieur de 1mm minimum sur son extrémité terminale au diamètre de la cavité tubulaire de la culasse et une longueur axiale minimum de sorte que la fréquence des ondes acoustiques harmoniques oscillatoires générées dans la longueur restante de la cavité tubulaire de la culasse soit en dehors de la bande passante du capteur et maximum égale à 100 % de la longueur de la cavité tubulaire de la culasse, le tout combiné pour obtenir un angle total de la partie tronconique compris entre 14° et 60° (effet venturi, écoulement non laminaire).

Avantageusement, la partie allongée de l'embout est montée sur le corps du capteur par au moins un moyen de fixation souple. La partie allongée de l'embout ainsi fixé au corps par des liaisons souples, a une liberté de mouvement et peut donc vibrer sur le corps au cours des cycles d'explosion du moteur. Ces vibrations éliminent les suies, ou, évitent leur dépôt, et donc le capteur de pression n'est plus encrassé. De préférence, les différentes parties du capteur sont réalisées en mettant en œuvre l'utilisation de moules de fonderie ou un usinage mécanique. Avantageusement, le corps et l'embout sont associés par soudage.

Au moins une partie de l'embout est avantageusement composée d'un matériau élastiquement déformable. L'embout peut ainsi vibrer sur le corps du capteur de pression pour éviter l'encrassement. L'embout est avantageusement composé d'un acier inoxydable, de préférence un acier inoxydable dont le module d'young est compris entre 150 et 250 GPa, avec une limite élastique $R_{p0.2}$ supérieure à 500 MPa.

Le moyen de mesure de pression du corps du capteur de pression comporte avantageusement une membrane adaptée pour se déformer sous l'effet de la pression.

Le moyen de fixation du corps du capteur de pression à la culasse du moteur comporte avantageusement un filetage.

La présente invention concerne également un embout pour capteur de pression selon l'invention, comportant une partie allongée comprenant un tronçon de forme tronconique, et, une convexité sensiblement hémisphérique positionnée sur la partie terminale de ladite partie allongée. Avantageusement, l'ensemble de la partie allongée dudit embout est de forme tronconique et s'évase vers la convexité de l'embout. Avantageusement, la partie allongée a une section de 1 à 3 mm de diamètre à sa base, une section de 2 à 6 mm de diamètre sur son extrémité terminale et une longueur axiale de 5 à 9 mm.

La présente invention concerne aussi une culasse de moteur à combustion interne comportant, d'une part, un alésage comprenant un filetage et une cavité tubulaire et, d'autre part, un capteur de pression selon l'invention, fixé par le filetage du susdit alésage tel que l'embout s'érige dans la cavité tubulaire.

La présente invention concerne également un moteur de véhicule automobile à combustion interne comportant une culasse selon l'invention, dans lequel ladite cavité tubulaire de l'alésage de la culasse débouche dans la lumière de la chambre de combustion dudit moteur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée qui suit, réalisée sur la base des dessins annexés. Ces exemples sont donnés à titre non limitatif. La description détaillée est à lire en relation avec les dessins annexés dans lesquels :

- les **figures 1 et 2** représentent partiellement des vues en coupe d'un capteur de pression selon l'art antérieur ; et
- la **figure 3** représente partiellement, une vue en coupe, d'un capteur de pression selon l'invention.

Les capteurs de pression pour moteur à combustion interne connus de l'art antérieur sont reliés à la chambre de combustion par une cavité en forme de tube telle que la cavité tubulaire 1 représentée à la **figure 1**, aménagée dans une culasse 2 d'un moteur à combustion. Ces capteurs de pression de l'art antérieur comportent éventuellement un doigt de forme cylindrique 3, comme représenté à la **figure 2**, qui plonge dans une telle cavité tubulaire 1. Le moyen de mesure de pression 4 de ces capteurs de pression est placé en regard de la combustion à travers cette cavité tubulaire 1. Cette cavité tubulaire 1 génère, favorise la formation et entretient les ondes acoustiques harmoniques oscillatoires qui sont des ondes sinusoïdales dont la fréquence propre est liée à dimension du tube. Ces ondes se propagent dans le tube et se réfléchissent sur les parois de la cavité tubulaire en frappant sur l'élément de mesure du capteur, ce qui constitue le phénomène de cavitation. Ces capteurs de pression mesurent

donc ces ondes acoustiques parasites qui se superposent aux ondes de pression formées par la combustion des gaz. La lecture des ondes de pression n'est donc pas fiable.

La **figure 3** montre un capteur de pression 5 selon l'invention monté dans la culasse 2 d'un moteur à explosion, ce capteur de pression 5 comprend un embout 6 qui s'étend dans la lumière de la cavité tubulaire 1 de la culasse du moteur.

Selon le mode de réalisation représenté à la **figure 3**, l'embout 6 du capteur de pression 5 est composé d'une partie allongée 7 qui s'évase depuis sa base jusqu'à son extrémité terminale et qui est prolongée par une convexité 8 de l'embout. Dans ce cadre, cette partie de l'embout 6 forme une saillie, constituée de la partie allongée 7 évasée et de la convexité 8 sensiblement hémisphérique, dont la structure est semblable à celle du mamelon d'une tétine. Grâce à cette géométrie de l'embout, les phénomènes de cavitation sont évités et un effet Venturi est avantageusement créé. Une lecture fiable des ondes de pression générées pendant les cycles d'explosion peut donc être effectuée par le capteur de pression 5. Le capteur 5 vient en appui sur la culasse 2 par un contact cône sur cône, l'angle de l'embout 6 étant plus ouvert de 3° en moyenne par rapport à l'angle de la culasse pour garantir une étanchéité.

Dans une variante particulièrement préférée, la partie allongée 7 de l'embout 6 a une section de 2 mm de diamètre à sa base, une section de 4 mm de diamètre sur son extrémité terminale et une longueur axiale de 7 mm.

En outre, une telle conformation de l'embout 6 fait office de barrière, et, permet la formation d'une poche de gaz dans la cavité tubulaire 1 qui isole thermiquement la base de la partie allongée 7 de l'embout 6 du capteur de pression 5. Par conséquent, le capteur de pression 5 ne subit pas les gradients thermiques dus à la combustion, car cette poche de gaz lisse et écrête les variations thermiques. L'inertie thermique de la partie allongée 7 de l'embout 6 participe également à diminuer les effets dus aux variations de température. De plus, une telle poche de gaz est sensiblement isolée du reste de la chambre de combustion, et donc le volume mort occupé par la cavité tubulaire 1 ne perturbe pas le fonctionnement du moteur et n'impacte pas ses performances.

Le capteur de pression 5 comporte un corps 9, dont une partie est visible sur la **figure 3**, lequel corps 9 comporte un filetage ménagé sur son enveloppe externe pour un vissage sur la culasse. Le moyen de mesure de pression 4 du capteur 5 est situé sur le corps 9 et comprend une membrane 10 adaptée pour se déformer sous l'effet de la pression et permettre de mesurer la pression. Grâce à la conformation de l'embout 6, comme décrit ci-avant, la membrane 10 est protégée des variations de température.

L'embout 6 du capteur est monté sur le corps 9 du capteur à l'aide d'un moyen de fixation souple. Ce moyen de fixation souple confère une liberté de mouvement

à l'embout 6 du capteur qui peut se mettre à trembler en réponse aux vibrations engendrées par le moteur au cours des cycles d'explosion. De tels tremblements évitent le dépôt des suies et permettent d'éliminer les dépôts résiduels déjà formés sur le capteur 5. La lecture du capteur de pression 5 est donc d'avantage fiable, car 5 l'accumulation des suies qui affectent la lecture de la pression est évitée.

REVENDEICATIONS

1. Capteur de pression (5) pour moteur à combustion interne comprenant :
- un corps (9) contenant un moyen de mesure de pression (4), comportant une membrane (10) et un moyen de fixation à la culasse du susdit moteur ; et
 - un embout (6) qui s'étend sensiblement dans un prolongement axial dudit corps, caractérisé en ce que ledit embout (6) comprend une partie allongée (7), et, une convexité (8) sensiblement hémisphérique positionnée sur la partie terminale de ladite partie allongée,
- 5 ledit capteur est caractérisé en ce que l'ensemble de la partie allongée (7) dudit embout (6) est de forme tronconique et s'évase vers la convexité (8) de l'embout.
- 10 2. Capteur de pression (5) selon la revendication précédente, dans lequel la partie allongée (7) a une section de 1 à 3 mm de diamètre à sa base, une section de 2 à 6 mm de diamètre sur son extrémité terminale et une longueur axiale de 5 à 9 mm.
3. Capteur de pression (5) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel la partie allongée (7) de l'embout (6) est monté sur le corps (9) du capteur par
- 15 au moins un moyen de fixation souple.
4. Capteur de pression (5) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le corps (7) et l'embout (6) sont associés par soudage.
5. Capteur de pression (5) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel au moins une partie de l'embout (6) est composée d'un matériau
- 20 élastiquement déformable.
6. Embout (6) pour capteur de pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant une partie allongée (7) comprenant un tronçon de forme tronconique, et, une convexité (8) sensiblement hémisphérique positionnée sur la partie terminale de ladite partie allongée.
- 25 7. Embout (6) pour capteur de pression selon la revendication 6, dans lequel l'ensemble de la partie allongée (7) dudit embout est de forme tronconique et s'évase vers la convexité (8) de l'embout.
8. Embout (6) pour capteur de pression selon la revendication 7, dans lequel la partie allongée (7) a une section de 1 à 3 mm de diamètre à sa base, une section de 2
- 30 à 6 mm de diamètre sur son extrémité terminale et une longueur axiale de 5 à 9 mm.
9. Culasse (2) de moteur à combustion interne comportant, d'une part, un alésage comprenant un filetage et une cavité tubulaire (1) et, d'autre part, un capteur de

pression (5) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, fixé par le filetage du susdit alésage tel que l'embout (6) s'érige dans la cavité tubulaire (1).

- 10.** Moteur de véhicule automobile à combustion interne comportant une culasse (2) selon la revendication 9, dans lequel ladite cavité tubulaire (1) de l'alésage de
5 la culasse (2) débouche dans la lumière de la chambre de combustion dudit moteur.

Fig 1

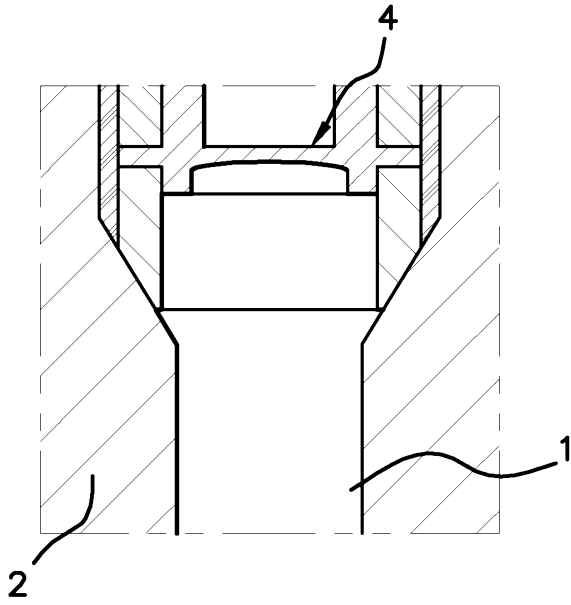


Fig 2

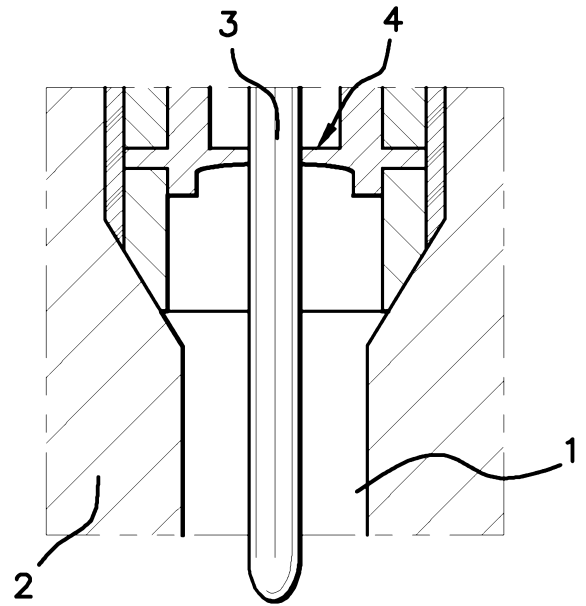
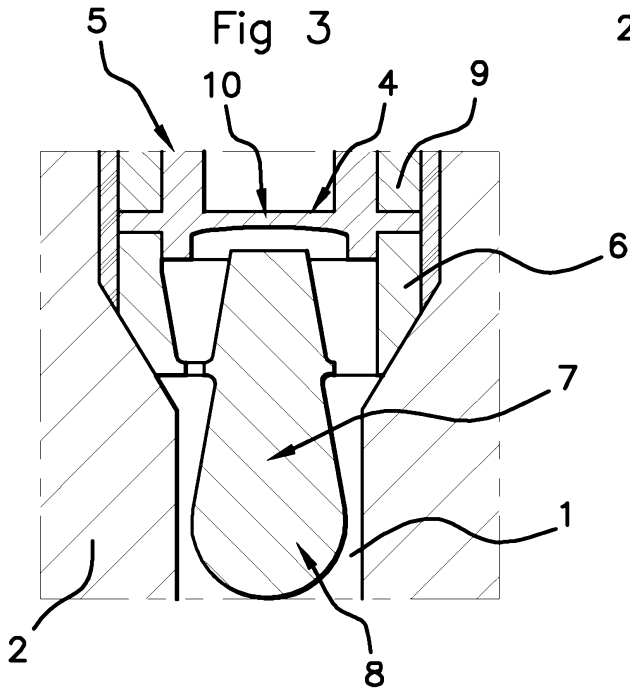


Fig 3



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

EP 2 730 904 A1 (SENSATA TECHNOLOGIES INC [US])
14 mai 2014 (2014-05-14)

US 2014/373799 A1 (SUZUKI HIROYUKI [JP] ET AL)
25 décembre 2014 (2014-12-25)

US 2013/263671 A1 (WAGNER CHRIS DANIEL [US])
10 octobre 2013 (2013-10-10)

FR 1 142 070 A (P BERTHOUD ETS)
13 septembre 1957 (1957-09-13)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT