

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.05.02.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 28.11.03 Bulletin 03/48.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : FRANCE TELECOM Société ano-  
nyme — FR.

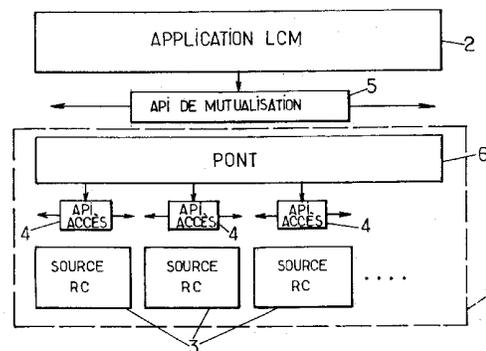
72 Inventeur(s) : CAMUS SYLVIE, FRISCH LAURENT  
et MOUTON DIMITRI.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 PROCÉDE DE CONTRÔLE D'ACCÈS A DES RESSOURCES CRYPTOGRAPHIQUES, PLATE-FORME  
INFORMATIQUE ET MODULE LOGICIEL UTILISABLES DANS LA MISE EN OEUVRE DU PROCÉDE.

57 Les ressources cryptographiques sont fournies par au  
moins une source (3) ayant une interface d'accès propre  
(4). Le procédé présente à l'application (2) une interface  
mutualisée (5) sensiblement indépendante de ces sources  
et de leurs interfaces d'accès respectives. Un module de  
traduction (6) est placé entre l'interface mutualisée et cha-  
que interface d'accès à une source cryptographique pour  
assurer l'accès aux ressources cryptographiques depuis  
l'application à travers l'interface mutualisée.



**PROCEDE DE CONTROLE D'ACCES A DES RESSOURCES**  
**CRYPTOGRAPHIQUES, PLATE-FORME INFORMATIQUE ET MODULE**  
**LOGICIEL UTILISABLES DANS LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE**

La présente invention concerne la mise en œuvre de techniques  
5 cryptographiques par des applications informatiques.

Elle vise plus particulièrement à offrir des services de sécurité  
applicative à différentes applications, écrites dans un langage à code mobile  
(LCM en abrégé) et s'exécutant sur diverses plates-formes informatiques. Ces  
services de sécurité applicative peuvent nécessiter l'accès à divers types de  
10 ressources cryptographiques (RC en abrégé) contenues dans des supports  
cryptographiques variés. On cherche ainsi à pouvoir mutualiser ces RC entre  
les applications, par une architecture ouverte et prête à l'évolution des  
techniques employées, notamment des plates-formes, des méthodes  
cryptographiques (algorithmes, tailles de clés, ...), des supports et standards  
15 cryptographiques, des services de sécurité applicative, des applications  
reposant sur ces services de sécurité applicative, etc.

Parmi les applications en LCM concernées par l'invention, on peut citer  
par exemple des applications télé-procédure, de gestion de travaux  
("workflow"), de courrier électronique, de publication de document, etc.

20 Leur écriture dans un langage à code mobile leur permet d'être  
indépendantes de la plate-forme sur laquelle elles s'exécutent. Ce langage  
peut par exemple être:

- Java (voir "The Java Language Specification" publié par la société Sun  
Microsystems, Inc.);
- 25 - CaML (voir <http://caml.inria.fr/>);
- C# (voir " C# Language Specification" publié par la société Microsoft  
Corporation); etc.

L'expression "plate-forme informatique" fait référence aux  
environnements matériels et logiciels aptes à supporter l'exécution des  
30 applications en LCM. Les plates-formes concernées sont par exemple:

- des ordinateurs équipés du système d'exploitation "Windows" de la  
société Microsoft Corporation (version 95/98/ME/NT/2000/XP) et d'un

navigateur "Internet Explorer" de la société Microsoft Corporation ou "Netscape Navigator" de la société Netscape Communications Corporation;

- des ordinateurs équipés du système d'exploitation MacOS 8/9/X de la société Apple Computer, Inc. et d'un navigateur "Internet Explorer" ou "Netscape Navigator";
- des plates-formes "Sun Solaris" de la société Sun Microsystems, Inc. munies d'un serveur de type "WebSphere" de la société International Business Machines Corporation; etc.

10 Les services de sécurité applicative qu'il s'agit d'offrir aux applications sont par exemple des services de signature électronique, de vérification de signature électronique, de chiffrement, de déchiffrement, d'horodatage, de vérification d'horodatage, de protocole sécurisé, d'authentification, etc. Ils font appel à divers types de RC tels que clés cryptographiques, certificats, 15 algorithmes permettant de les utiliser, etc.

Les supports cryptographiques peuvent être de type carte à puce, module raccordable à un port USB ("Universal Serial Bus") appelé "token USB", carte crypto-hardware, carte PCMCIA ("Personal Computer Memory Card International Association"), magasin logiciel, etc.

20 Il existe de nombreux standards cryptographiques concernant les algorithmes de cryptographie, la génération de clé, le format des messages de nature cryptographiques, les protocoles sécurisés, etc.

Les deux algorithmes de signature à clé publique les plus répandus sont RSA ("Rivest Shamir Adelman") et DSA ("Digital Signature Algorithm"). Le RSA peut aussi être utilisé pour le chiffrement. Le RSA fait l'objet d'un standard dit PKCS#1 ("Public Key Cryptography Standard N° 1") publié par la société 25 RSA Security, Inc.. Les algorithmes de hachage les plus utilisés sont SHA-1 et MD5. Les algorithmes à clé secrète les plus répandus sont DES ("Digital Encryption Standard"), Triple DES, AES ("Advanced Encryption Standard"), IDEA ("International Data Encryption Algorithm"), RC4, KASUMI et MISTY. 30

Les formats les plus couramment utilisés pour des messages signés sont:

- PKCS#7, publié par la société RSA Security, Inc. et par l'Internet Engineering Task Force (IETF) en tant que RFC 2315, qui a été repris dans CMS ("Cryptographic Message Syntax", voir RFC 2630 de l'IETF), ces standards étant utilisés notamment dans la spécification S/MIME ("Secure Multipurpose Internet Mail Extensions") pour les courriers électroniques signés;
- PGP correspondant aux messages signés issus du logiciel PGP ("Pretty Good Privacy" commercialisé par la société Networks Associates Technology, Inc.) et de ses analogues;
- XML-DSig, faisant partie de la famille des formats de données XML ("eXtended Markup Language").

Les formats les plus couramment utilisés pour des messages chiffrés sont PKCS#7/CMS et PGP.

Pour l'accès à des ressources cryptographiques (RC), on distingue des interfaces de haut niveau et des interfaces de bas niveau. Les interfaces de haut niveau, notamment PKCS#11 et CAPI, offrent un niveau d'abstraction par rapport au support des éléments cryptographiques gérés.

PKCS#11 est un standard public et libre d'utilisation, publié par la société RSA Security, Inc.. Il décrit une interface logicielle de programmation (API, "Application Programming Interface") permettant des opérations cryptographiques de bas niveau telles que la génération et le stockage de clés, la signature électronique, le chiffrement et le déchiffrement de données, etc. Cependant, PKCS#11 ne mutualise pas les RC entre les différentes applications qui y font appel. PKCS#11 ne gère pas les chaînes de certificats de confiance. Il ne peut pas être invoqué depuis des langages à code mobile. Cette interface est utilisée notamment dans "Netscape Navigator" afin d'ouvrir les fonctionnalités cryptographiques du navigateur et du client de messagerie à des fournisseurs tiers. Cette interface est également employée dans la plupart des produits qui souhaitent cette même ouverture. La majorité des fournisseurs de matériel cryptographique offrent un module PKCS#11 pour accéder à leurs produits.

CAPI ("Crypto API") est une API développée par la société Microsoft

Corporation et disponible uniquement sur les plates-formes "Windows". Elle offre des fonctions de sécurité applicative, ainsi que des fonctions de vérification de signature et de gestion de chaîne de certificats de confiance absentes de PKCS#11. CAPI n'est pas évolutive et ne permet pas d'ajouter

5 des fonctions telles que l'horodatage ou de nouveaux protocoles. CAPI réalise une mutualisation des RC auxquelles elle à accès entre les applications qui font appel à elle. Mais elle ne peut généralement pas être invoquée depuis les langages à code mobile. Un module cryptographique s'interfaçant sous CAPI pour offrir des services de sécurité s'appelle un CSP ("Crypto Service

10 Provider"). Pour être utilisables via CAPI, les CSP doivent être signés électroniquement par la société Microsoft Corporation, qui exige pour cela d'avoir accès aux sources du CSP. Les grands fournisseurs de matériels cryptographiques offrent en général un CSP pour accéder à leur produit.

D'autres interfaces d'accès aux RC existent à un niveau

15 programmatique plus bas, c'est-à-dire offrant moins d'abstraction par rapport aux RC gérées.

Chaque support cryptographique matériel possède un ensemble d'ordres de base auxquels il sait répondre. Ces ordres, envoyés directement sur les connecteurs du support, permettent de réaliser les opérations

20 cryptographiques de base. En, général, ces ordres de base ne sont pas publics, ou du moins pas documentés.

Le standard PC/SC ("Personal Computer / Smart Card") vise à offrir un niveau d'abstraction par rapport à ces ordres de très bas niveau, afin que la communication entre le poste de travail et le support cryptographique (par

25 exemple la carte à puce) se fasse selon un jeu d'ordres commun à tous les supports cryptographiques. La plupart des CSP et des modules PKCS#11 s'appuient, pour leur interface basse, sur PC/SC. Chaque support cryptographique possède en général un pilote PC/SC qui est invoqué dans les CSP ou dans les modules PKCS#11 via l'interface standard PC/SC, et qui

30 repose sur les ordres de base précités. PC/SC fournit l'accès mutualisé à certaines RC (cartes à puce, tokens USB) pour les applications qui s'appuient sur lui. Mais il ne peut pas être invoqué dans les langages à code mobile en

général, et il ne fournit pas de services de haut niveau.

Les supports cryptographiques logiciels, eux, sont en général des magasins de clés et de certificats contenus dans des fichiers qui ont un format documenté ou non. "Netscape Navigator" conserve les clés et certificats cryptographiques dans deux fichiers nommés cert7.db et key3.db dont le format est stable même aux changements de versions du navigateur. Le format, connu, de ce fichier peut être une interface suffisante pour qu'un service puisse accéder à ces clés et certificats. Une interface d'accès à ces fichiers existe sur certaines plates-formes, notamment NSS ("Netscape Security Services"). Il s'agit de formats propriétaires.

Les langages à code mobile (LCM) sont des langages de programmation dont le code résultant n'est pas dépendant d'un microprocesseur ou d'un système d'exploitation. Pour s'exécuter, le programme a besoin de retrouver un environnement d'exécution similaire sur les différents ordinateurs sur lesquels il est amené à s'exécuter.

Les LCM qui nous intéressent en premier lieu sont ceux qui permettent de réaliser aussi des applications web. Le plus répandu est le langage Java de la société Sun Microsystems, Inc.. Les applications web Java s'exécutant dans l'environnement d'un navigateur s'appellent des applets. Un autre LCM apparu plus récemment est le langage C# de la société Microsoft Corporation. L'exemple qui sera considéré plus particulièrement dans la présente demande est celui de Java, mais les concepts s'appliquent à tout autre LCM.

Les LCM peuvent proposer des interfaces cryptographiques aux applications. Dans l'exemple de Java, l'architecture cryptographique Java (JCA, "Java Cryptography Architecture") et l'extension cryptographique Java (JCE, "Java Cryptography Extension") jouent ce rôle, afin de pouvoir manipuler des certificats, des clés, des algorithmes, etc. Avec la version 2 de Java est apparue également la "Trusted API" qui permet de gérer la confiance au moyen de certificats de clé publique.

Une application en LCM peut avoir besoin d'accéder à des fonctionnalités non disponibles dans son environnement d'exécution. Si ces fonctionnalités sont disponibles sous forme de librairie dynamique dépendante

de la plate-forme, les environnements Java permettent d'accéder à ces ressources via des interfaces spécifiées mais non unifiées:

- JNI ("Java Native Interface" de la société Sun Microsystems, Inc.) s'appliquant aux navigateurs récents;
- 5 - JRI ("Java Runtime Interface" de la société Netscape Communications Corporation) s'appliquant à certaines versions anciennes de "Netscape Navigator" ou sur certaines plates-formes;
- RNI ("Raw Native Interface" de la société Microsoft Corporation) s'appliquant uniquement dans le navigateur "Internet Explorer".

10 Les techniques mentionnées ci-dessus constituent des briques disparates entrant dans la composition des application web sécurisées. Rien n'est prévu pour les faire fonctionner ensemble.

Pour l'accès aux RC depuis une applet Java, les choix sont très limités voire inexistants. Une applet Java ne peut pas utiliser les RC du navigateur dans lequel elle s'exécute. Elle ne peut pas non plus faire appel à des RC  
15 accessibles par une interface PKCS#11. Quant aux ressources JCA/JCE, elle sont souvent mal reconnues (ou pas reconnues du tout) dans les navigateurs. En outre, ces ressources JCA/JCE, quand elles sont reconnues, ne sont pas mutualisables entre plusieurs applications. Pour être mutualisable, une  
20 ressource doit être accessible à travers une interface standard indépendante du langage de programmation et de la plate-forme.

Pour l'utilisation des standards cryptographiques, les formats standards PKCS#7, PGP, et XML-DSig ne sont pas reconnus dans les LCM.

Les interfaces d'accès à des RC sont en général insuffisantes pour  
25 rendre entièrement les services de sécurité dont ont besoin les applications qui peuvent y faire appel.

Ainsi, PC/SC permet uniquement l'appel aux fonctions disponibles sur la carte à puce, qui sont très limitées (lire un certificat, faire signer une clé, en général). PKCS#11 permet la manipulation d'objets plus complexes, mais  
30 n'offre aucune fonction de vérification de chaîne de confiance d'un certificat, et n'inclut pas des fonctions complexes telles que l'horodatage ou l'appel à des protocoles de communication. CAPI permet la vérification de chaîne de

confiance mais ne traite ni le protocole OCSP ("Online Certificate Status Protocol", RFC 2560, IETF), ni l'horodatage (voir RFC 3161, IETF).

Dans ces conditions, chaque programme nécessitant l'appel à ces RC doit implémenter en lui-même la logique d'enchaînement des briques  
5 élémentaires de sécurité, ce qui alourdit considérablement le coût du développement. D'autre part, cela entraîne des risques de faille dans la sécurité de l'application développée.

De plus, les implémentations des différentes interfaces les plus  
répandues ne sont pas toujours identiques d'un constructeur à l'autre, ce qui  
10 nécessite l'adaptation de chaque application à chaque fournisseur de RC. Par exemple, un service qui fonctionne avec un token USB du fournisseur A pourra ne pas fonctionner avec celui du fournisseur B si les implémentations de l'interface PKCS#11 réalisées par l'un et l'autre diffèrent.

Les RC sont de natures différentes sur le poste, accessibles à travers  
15 des interfaces très variées. Or, pour des raisons de complexité et de coût, les applications n'implémentent en général qu'un seul type d'interface, se fermant ainsi l'accès aux autres RC.

Il est également fréquent qu'une application gère elle-même une RC indépendante, via une interface propriétaire, et que cette ressource ne soit pas  
20 accessible aux autres applications.

Ainsi, dans la technique actuelle, les RC ne sont pas toutes accessibles à une application donnée, et il se peut qu'une RC ne soit pas accessible à toutes les applications.

Un but de la présente invention est de s'affranchir dans une large  
25 mesure des problèmes ci-dessus.

L'invention propose ainsi un procédé de contrôle d'accès à des ressources cryptographiques depuis au moins une application informatique écrite dans un langage à code mobile, les ressources cryptographiques étant  
30 fournies par au moins une source cryptographique ayant une interface d'accès propre. On présente à l'application une interface mutualisée sensiblement indépendante des sources cryptographiques et de leurs interfaces d'accès

respectives, et on place un module de traduction entre l'interface mutualisée et chaque interface d'accès à une source cryptographique pour assurer l'accès aux ressources cryptographiques depuis l'application à travers l'interface mutualisée.

5           Le procédé permet ainsi à un programme en LCM d'accéder à un ensemble hétérogène ou non de RC, via des interfaces d'accès identiques ou non. Le programme s'appuie sur une interface mutualisée unique de type API faisant abstraction de la nature des RC, déclarée dans le LCM, appelée "API de mutualisation". Les ordres que doit permettre cette interface sont  
10 typiquement des recherches de clés et de certificats cryptographiques, ainsi que les opérations qui demandent les accès aux clés privées ou secrètes stockées dans les RC (par exemple: signature électronique, déchiffrement à clé publique, chiffrement et déchiffrement à clé secrète, génération de clés, ...).

Les opérations ne nécessitant pas l'accès aux RC sont de préférence  
15 réalisées directement dans le LCM, pour des raisons de performances, et ce sans nuire à la sécurité. Certaines de ces opérations pourraient toutefois être réalisées également via l'accès aux RC.

L'API est implémentée par un module logiciel de traduction, ci-après appelé "pont", dont le but est de permettre aux programmes en LCM de  
20 dialoguer avec une unique implémentation de l'API de mutualisation. Le pont est typiquement écrit dans un langage dépendant de la plate-forme d'exécution du programme. Il peut être utilisé simultanément par plusieurs programmes.

Le pont repose sur l'ensemble des interfaces d'accès aux RC qu'il mutualise pour les applications à code mobile. Ainsi, vu du programme (et  
25 même de l'ensemble des programmes utilisant le pont), l'ensemble des RC sera accessible auprès d'une seule source, à savoir le pont, via une seule interface, à savoir l'API de mutualisation.

Dans l'exemple courant où le LCM est Java, l'API de mutualisation devra respecter une des interfaces d'interfonctionnement de Java avec la  
30 plate-forme. En fonction du contexte, cela pourra par exemple être JNI, JRI ou RNI.

Dans le cas courant où la plate-forme est équipée du système

d'exploitation "Windows" (à partir des versions 95 et NT4), le pont pourra fédérer les RC accessibles via l'interface CAPI, les RC accessibles via l'interface PKCS#11, les RC accessibles via l'interface PC/SC, etc. Lorsque certaines RC sont accessibles via plusieurs interfaces, une façon de résoudre les aspects concurrents dupliqués par le pont à ces RC est de ne traiter qu'une de ces interfaces.

Dans le cas courant où le programme est une applet s'exécutant dans la machine virtuelle d'un LCM dans le navigateur, et souhaite accéder aux RC par la même interface que le navigateur, le pont peut ne faire appel qu'à cette interface (par exemple CAPI si le navigateur est "Internet Explorer", PKCS#11 s'il s'agit de "Netscape Navigator", ...).

Dans une réalisation avantageuse de l'invention, l'application écrite en LCM incorpore une boîte à outils cryptographiques à architecture modulaire comportant:

- un module de manipulation de formats de données utilisés dans l'accomplissement de fonctions cryptographiques;
- un module d'exécution d'algorithmes intervenant dans des opérations cryptographiques;
- un module d'accès aux ressources cryptographiques, coopérant avec le module de traduction par l'intermédiaire de l'interface mutualisée; et
- un module fonctionnel supervisant les modules de manipulation des formats de données, d'exécution d'algorithmes et d'accès aux ressources cryptographiques, et présentant une interface (API) fonctionnelle avec le reste de l'application.

Cette architecture modulaire des services de sécurité applicative présente de nombreux avantages pour le développeur d'applications en LCM. Elle permet ainsi de regrouper les fonctions cryptographiques dans une boîte à outils à laquelle le développeur, qui n'est pas nécessairement un expert en cryptographie, peut faire appel selon ses besoins en utilisant l'API fonctionnelle.

D'autre part, cette architecture se prête assez facilement aux évolutions de la technologie cryptographique. Pour la prise en compte de

nouveaux standards de format de données, il suffira généralement de mettre à jour le seul module de manipulation des formats de données. Pour la prise en compte de nouveaux algorithmes cryptographiques, il suffira généralement de mettre à jour le seul module d'exécution d'algorithmes. En cas d'évolution de l'API de mutualisation, il suffira généralement de mettre à jour le seul module d'accès aux ressources cryptographiques. Là encore, ces différentes évolutions peuvent se faire sans avoir à être suivies par les développeurs des programmes en LCM. Pour la prise en compte de nouvelles fonctions de sécurité sur l'API fonctionnelle, il suffira souvent de mettre à jour le module fonctionnel.

Les modules précités de la boîte à outils cryptographiques peuvent être complétés par un module d'utilitaires invocable par chacun des autres modules et chargé notamment de gérer des caractéristiques spécifiques de la plate-forme d'exécution de l'application. Si des évolutions de la plate-forme requièrent des mises à jour de l'application, celles-ci pourront généralement, en ce qui concerne la boîte à outils cryptographiques, se limiter à ce module d'utilitaires.

Un autre aspect de la présente invention se rapporte à une plate-forme informatique apte à l'exécution d'applications écrites en LCM, comprenant au moins une source cryptographique ayant une interface d'accès propre, et un module de traduction, ou pont, pour présenter auxdites applications une interface mutualisée sensiblement indépendante des sources cryptographiques et de leurs interfaces d'accès respectives. Le pont est placé entre l'interface mutualisée et chaque interface d'accès à une source cryptographique pour assurer l'accès aux ressources cryptographiques depuis les applications à travers l'interface mutualisée.

Un autre aspect encore de la présente invention se rapporte à un module logiciel de traduction propre à constituer le pont d'une telle plate-forme informatique.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'une plate-forme informatique propre à l'exécution d'une application en LCM selon l'invention;
- la figure 2 est un schéma synoptique d'une application en LCM fonctionnant conformément à l'invention.

5           En référence à la figure 1, un système équipé conformément à l'invention comprend une plate-forme informatique 1 adaptée à l'exécution d'applications 2 écrites en langage à code mobile (LCM). Divers types de plates-formes et de LCM, tels que ceux évoqués précédemment, peuvent être employés. Dans l'exemple illustré par la figure 1, la plate-forme 1 est équipée  
10 de plusieurs sources 3 de ressources cryptographiques (RC) présentant chacune une API propre 4 pour l'accès aux RC. Ces API 4 peuvent être de même nature (par exemple PKCS#11, CAPI, PC/SC, ...) ou de natures différentes.

          Pour coopérer avec les fonctions de sécurité d'applications 2 écrites en LCM, la plate-forme 1 est pourvue d'une API de mutualisation 5 implémentée  
15 par un programme de traduction résidant 6 appelé "pont". Ce pont 6 est placé entre l'API de mutualisation 5 et les API d'accès 4 des sources de RC 3. Dans le cas où le programme 2 s'exécute au sein d'un navigateur, l'API de mutualisation 5 doit respecter le format d'interface avec ce navigateur (JNI, JRI  
20 ou RNI dans le cas où le LCM est Java).

          A la mise en marche de la plate-forme 1, ou la première fois qu'il est invoqué par un programme 2, le pont 6 établit des sessions de communication avec chacune des sources de RC 3 à travers leurs interfaces d'accès respectives 4. Il maintient ensuite ces sessions actives. Il relaie vers les  
25 sources de RC les ordres provenant de l'API de mutualisation 5. Ces ordres ne s'adressent pas à une source de RC en particulier, mais à l'ensemble de ces sources, dont le pont 6 fournit une vision générale et abstraite. Le pont récupère une à une les réponses des sources de RC et, selon le contexte, les relaie en retour à l'application 2 par l'intermédiaire de l'API de mutualisation 5.

30           En général, une application 2 qui a besoin de ressources cryptographiques commence par transmettre sur l'API 5 une commande de recherche de données d'identification cryptographique, ces données prenant

typiquement la forme d'un certificat X.509 (voir RFC 2459 publiée par l'IETF). En réponse à cette commande reçue sur l'API 5, le pont 6 interroge chaque source de RC 3. Les certificats retournés par les sources 3 sur leurs API d'accès 4 sont analysés par le pont 6 qui les filtre pour construire la réponse  
5 retournée à l'application par l'intermédiaire de l'API de mutualisation 5. Ensuite, l'application 2 adresse une commande d'opération cryptographique au pont 6 par l'intermédiaire de l'interface de mutualisation 5, en spécifiant le certificat correspondant aux RC auxquelles il y a lieu de faire appel, obtenu dans la  
10 réponse à la commande de recherche précédente. Le pont 6 dirige alors cette commande d'opération cryptographique vers la source de RC qui a fourni ce certificat, en opérant les traductions nécessaires pour passer de l'API de mutualisation 5 à l'API d'accès correspondante 4. Le résultat de l'opération cryptographique retourné par la source de RC 3 sera ensuite relayée par le pont 6 vers l'application 2 par l'intermédiaire de l'API de mutualisation 5.

15 Par exemple, si le programme 2 doit effectuer une opération de chiffrement de type PKCS#1, il commence par questionner le pont 6 pour qu'il lui fournisse les certificats correspondants qui sont à sa disposition. Le pont 6 obtient une liste de certificats des sources 3, et détermine ceux qui sont en adéquation avec la requête de l'application et qui seuls seront fournis à  
20 l'application. Celle-ci sélectionne un certificat (s'il y en a plusieurs) puis demande l'exécution de l'opération de chiffrement par l'intermédiaire de l'API 5 en fournissant le message à chiffrer et le nombre aléatoire à employer. Le pont 6 relaie cette commande à la source appropriée 3 puis renvoie sur l'API 5 la réponse reçue sur l'API 4.

25 Tout ceci est réalisé sans que l'application 2 ait connaissance de la source 3 qui sera opérante ni même de la nature de son interface d'accès 4. Il n'est donc pas nécessaire pour le développeur des applications en LCM 2 de prendre en compte les spécificités des différents types de sources de RC.

30 La figure 2 montre une architecture préférée des services de sécurité dans une application 2 écrite en LCM. De façon connue, ces services sont par exemple la signature électronique, la vérification de signature électronique, le chiffrement, le déchiffrement, l'horodatage, la vérification d'horodatage, les

instances de protocoles sécurisés, l'authentification, ...

Ces services sont fournis au sein de l'application en LCM 2 au moyen d'une boîte à outils cryptographiques 10 dont l'architecture logicielle est modulaire. On notera que les modules 11-15 ne sont pas nécessairement  
5 cloisonnés, pour des raisons de volume de l'implémentation.

La boîte à outils cryptographiques 10 comprend:

- un module fonctionnel 11;
- un module 12 d'accès aux ressources cryptographiques;
- un module de primitives 13; et
- 10 - un module de manipulation de formats de données 14.

Sur la figure 2 (comme sur la figure 1), l'orientation des flèches indique le sens dans lequel les modules 11-14 sont appelés.

Un module d'utilitaires 15 complète de préférence ces quatre modules 11-14. Ce module d'utilitaires 15 peut être appelé par l'un quelconque des  
15 autres modules 11-14 de la boîte à outils 10. Le module d'utilitaires 15 a en charge les fonctionnalités suivantes:

- gérer les écarts des plates-formes 1 aux spécifications du LCM ainsi que les spécificités du système d'exploitation utilisés dans ces plates-formes;
- manipuler les différentes formes d'encodage possibles (par exemple conversions entre binaire, Base64, PEM, etc.);
- 20 - le cas échéant, gérer la journalisation, l'auto-installation de la boîte à outils 10, sa mise à jour, etc.

Le module de manipulation de formats de données 14 permet la manipulation de données et messages cryptographiques dans des formats  
25 standard tels que par exemple PKCS#7/CMS, PGP, XML-DSig, certificats X.509, listes de révocation X.509 (CRL, "Certificate Revocation List"), OCSP, etc., en permettant notamment leur codage et leur décodage. Ce module 14 est de préférence autonome, c'est-à-dire qu'il n'a pas besoin de faire appel aux autres modules 11-13.

30 Par exemple, pour les standards issus du groupe de travail sur les infrastructures à clé publique de l'IETF (PKIX) dont les formats de données sont décrits en ASN.1 ("Abstract Syntax Notation N° 1"), le module de

manipulation de formats de données comprendra un ou des encodeurs/décodeurs ASN.1 ainsi que les types décrits dans PKIX.

Le module de primitives 13 rassemble:

- 5 - des algorithmes cryptographiques, notamment les algorithmes de hachage, de génération de nombres aléatoires, tous les algorithmes utilisant des clés publiques, etc.;
- des algorithmes de gestion des certificats et de la révocation;
- des types de données permettant la manipulation des clés et certificats (en contenant ces clés et certificats, ou en contenant une référence à ces clés et certificats). Par exemple, dans le cas où une clé privée est  
10 contenue dans une carte à puce d'où elle ne peut sortir, le type "clé" permet de faire effectuer les opérations nécessitant l'utilisation de cette clé par la carte à puce, et de récupérer le résultat de ces opérations.

Il est souhaitable que l'écriture du code de ce module de primitives 13  
15 ne dépende que du module de manipulation de formats de données 14 qu'il peut invoquer.

Le module 12 permet d'accéder à des RC (par exemple des clés ou certificats) qui peuvent être deux types:

- 20 - RC internes, c'est-à-dire accessibles directement dans le LCM (par exemple: clés et certificats gérés directement par le programme 2). Ces ressources sont par exemple lisibles par le programme sur une unité de stockage à disques locale 20;
- RC externes, c'est-à-dire accessibles à travers l'API de mutualisation  
25 (par exemple: clés et certificats sur une carte à puce, ou gérés par un navigateur).

Du point de vue du module fonctionnel 11 qui l'appelle, le module d'accès aux RC 12 permet de faire abstraction du type de RC, ainsi que de l'interface d'accès à ces RC. Grâce à cela, le programme peut manipuler les RC sans nécessairement connaître leur support.

30 Dans la réalisation illustrée par la figure 2, les RC sont accessibles soit par l'intermédiaire de l'API de mutualisation 5 décrite en référence à la figure 1, qui est implémentée par un sous-module 12a du module 12 (RC externes), soit

directement dans le LCM au moyen d'un sous-module 12b du module 12 (RC internes). Il est à noter que le sous-module 12b d'accès aux ressources internes est optionnel.

5 En dehors de la boîte à outils cryptographiques 10, le reste du programme (applet 16 dans l'exemple illustré par la figure 2) est écrit par un développeur en LCM qui est d'un métier autre que la cryptographie. Le module fonctionnel 11 présente à cette applet 16 une interface 17 appelée «API fonctionnelle» qui réalise l'algorithmique générale des fonctions de sécurité en reposant sur les modules 12-14. Les fonctions de sécurité ainsi offertes par  
10 l'API fonctionnelle sont par exemple signature électronique, vérification de signature électronique, chiffrement, déchiffrement, horodatage, vérification d'horodatage, protocoles sécurisés, authentification, etc.

Selon les cas, ces fonctions pourront avoir des paramètres permettant de modifier un comportement standard. Par exemple, la fonction de signature  
15 électronique laisse la possibilité de renvoyer des données signées aux formats PKCS#7 ou XML-DSig. Autre exemple: la fonction de vérification de signature donne la possibilité de vérifier ou non la chaîne de confiance de certification, avec contrôle de révocation ou non.

On considère ci-dessous, à titre d'illustration, le cas d'une applet Java  
20 exécutée dans un navigateur "Netscape 4" dans l'environnement "Windows" pour effectuer une ou plusieurs signatures électroniques au format PKCS#7. Ce mode de réalisation correspond au besoin d'utilisation de fonctions de sécurité à partir d'une applet Java s'exécutant dans la machine virtuelle Java de "Netscape 4". Ces navigateurs supportent une version limitée de la version  
25 1.1 des spécifications de la plate-forme Java. Notamment, ils ne supportent pas les fonctions de sécurité standard de Java.

Le procédé de mutualisation des accès aux RC depuis Java est alors réalisé par un pont 6 qui respecte l'interface JRI avec le navigateur. Le pont fédère une ou plusieurs sources 3 respectant l'interface d'accès de type  
30 PKCS#11, dont il fournit une vision générale et abstraite. Pour accéder aux clés et certificats logiciels gérés en interne par "Netscape Navigator" et disponibles sous forme de fichiers (nommés cert7.db et key3.db dans les

systèmes d'exploitation "Windows"), la source de RC 3 correspondant à ces fichiers présente une interface d'accès 4 de type PKCS#11 dédiée à l'accès à ces ressources. Le pont 6 gère une session PKCS#11 avec chaque source de RC 3 de manière transparente pour le programme 2.

5            Dans cet exemple, les fonctions de sécurité applicative sont construites selon l'architecture de la figure 2. Le module de manipulation de formats de données 14 implémente les standards X.509 (certificats et CRL) et PKCS#7 (format des messages signés et/ou chiffrés). Le module de primitives 13 implémente les algorithmes de hachage MD5 et SHA-1. Le module 12 d'accès  
10 aux RC réalise l'accès à travers l'API de mutualisation 5 en coopérant avec le pont 6. Enfin, le module fonctionnel fournit dans son API fonctionnelle 17 la fonction de signature, dont voici un exemple d'interface en langage Java:

```
public class SignatureFunction

    // Initialisation de la signature

15 public SignatureFunction (byte[] dataToSign) {...}
   public SignatureFunction (byte[] dataToSign, boolean detached) {...}
   public void setDetachedSignature (boolean detached) {...}
   public void setSameCertificateAcceptance (boolean accept) {...}

    // Itération de signature, afin de rajouter une signature
20 // (permet la co-signature)

   public void setHashAlgorithm (String hashAlgorithm) {...}
   public void setWithCertificateChain (boolean include) {...}
   public void setWithAuthenticatedAttribute (boolean include) {...}
   public void addAuthenticatedAttribute (..) {...}
25 public void setWithunauthenticatedAttribute (boolean include) {...}
   public void addunauthenticatedAttribute (..) {...}
   public void setHashAlgorithm (String hashAlgorithm) {...}
   public void sign () {...}

    // Sélection du certificat

30 public CertificateListFunction getCertificateLister () {...}
   public void setcertificateListFunction
       (UserCertificateListerFunction certLister) {...}
   public CertificateSelector getCertificateSelector () {...}
```

```
public setCertificateSelector (CertificateSelector selector) {...}

// Paramètre de l'ergonomie de signature

public setSignConfirmer (CertificateConfirmer confirmer) {...}
    // effectif seulement pour PKCS#11:
5 public setReenterPINCode (boolean reenter) {...}

// Finalisation

public ASN1Object getASN1Signature {...}
public byte[] getBinarySignature {...}
public String getBase64Signature {...}
10 public String getPEMSignature {...}
```

L'applet 16 fait appel à ces fonctions de sécurité définies par l'API fonctionnelle 17. Dans la plupart des cas, les fonctions `SignatureFunction`, `Sign` et `getPEMSignature` pourront suffire pour successivement initialiser exécuter et récupérer la signature numérique. Les autres fonctions permettent  
15 d'enrichir l'API fonctionnelle 15 pour les applets qui en ont besoin.

On notera que de nombreuses variantes peuvent être apportées aux exemples de réalisation précédemment décrits.

Par exemple, le pont 6 peut ne coopérer qu'avec une seule interface d'accès 4, voire à une seule source de RC 3, par exemple, à un seul type de  
20 carte à puce.

L'invention n'est pas dépendante du système d'exploitation ou du navigateur web employé. Elle ne dépend pas non plus du type d'interface entre Java et le navigateur ni des interfaces d'accès aux RC. Il peut notamment s'appuyer sur RNI et CAPI dans le cas d'un navigateur "Internet Explorer" à  
25 partir de la version 4.

Pour les navigateurs "Netscape 6", qui supportent au moins la version 1.3 des spécifications de la plate-forme Java, le procédé de mutualisation des accès aux RC depuis Java est réalisé par un pont 6 qui respecte l'interface JNI avec le navigateur. Le pont fédère un ou plusieurs modules respectant  
30 l'interface d'accès de type PKCS#11 de la même façon que pour les navigateurs Netscape 4. Cependant, les fichiers contenant les certificats et clés

gérés par Netscape 6 se situent à un autre emplacement du disque dur.

L'invention est également applicable à des programmes Java autonomes, c'est-à-dire indépendants de tout navigateur. L'invention est alors mise en œuvre essentiellement de la même manière que dans le cas du navigateur "Netscape 6". Les applications autonomes, exécutées dans une machine virtuelle Java, font appel à l'API fonctionnelle 17.

Pour les applications sur serveur, le pont 6 et la boîte à outils 10 sont similaires à ceux utilisables avec les navigateurs "Netscape 6". Cependant, l'environnement n'est pas celui d'un navigateur, mais d'un moteur de "servlet" tel que par exemple "Tomcat" de la fondation Apache Software, ou "WebSphere". Les programmes Java qui font appel à l'API fonctionnelle 17 sont des servlets exécutées dans la machine virtuelle Java du moteur, et non des applets.

Les exemples précédemment décrits dans le cas de Java sont transposables à tout LCM supporté selon les cas dans les navigateurs, dans les moteurs de servlets, ou en applications autonomes. Pour bénéficier de la mutualisation des RC, le LCM doit être capable d'accéder à des modules logiciels externes. Cela est notamment valable pour des variantes de CaML et pour C#.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de contrôle d'accès à des ressources cryptographiques depuis au moins une application informatique (2) écrite dans un langage à code mobile, les ressources cryptographiques étant fournies par au moins une  
5 source cryptographique (3) ayant une interface d'accès propre (4), caractérisé en ce qu'on présente à l'application une interface mutualisée (5) sensiblement indépendante des sources cryptographiques et de leurs interfaces d'accès respectives, et on place un module de traduction (6) entre l'interface mutualisée et chaque interface d'accès à une source cryptographique pour  
10 assurer l'accès aux ressources cryptographiques depuis l'application à travers l'interface mutualisée.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on active et on maintient une session de communication entre le module de traduction (6) et chaque source cryptographique (3) à travers son interface d'accès respective  
15 (4).
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel, en réponse à une commande de recherche reçue sur l'interface mutualisée (5), le module de traduction (6) interroge chaque source cryptographique (3) pour obtenir des données d'identification cryptographique, puis filtre ces données d'identification  
20 pour construire une réponse retournée à l'application (2) par l'intermédiaire de l'interface mutualisée.
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la réponse retournée par le module de traduction (6) par l'intermédiaire de l'interface mutualisée (5) comporte au moins un certificat cryptographique correspondant à la commande  
25 de recherche.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel une commande d'opération cryptographique adressée par l'application (2) au module de traduction (6) par l'intermédiaire de l'interface mutualisée (5) inclut des données d'identification obtenues dans la réponse faite à ladite commande de

recherche, et le module de traduction dirige ladite commande d'opération cryptographique vers la source cryptographique (3) ayant fourni lesdites données d'identification.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module de traduction (6) est un programme résidant d'une plate-  
5 forme d'exécution (1) de l'application en langage à code mobile (2).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on munit l'application (2) d'une boîte à outils cryptographiques à architecture modulaire (10) comportant:

- 10 - un module (14) de manipulation de formats de données utilisés dans l'accomplissement de fonctions cryptographiques;
- un module (13) d'exécution d'algorithmes intervenant dans des opérations cryptographiques;
- un module (12) d'accès aux ressources cryptographiques, coopérant  
15 avec le module de traduction par l'intermédiaire de l'interface mutualisée (5); et
- un module fonctionnel (11) supervisant les modules de manipulation des formats de données, d'exécution d'algorithmes et d'accès aux ressources cryptographiques, et présentant une interface fonctionnelle (17) avec le  
20 reste de l'application (16).

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel le module (12) d'accès aux ressources cryptographiques comporte un sous-module (12b) d'accès à des ressources directement accessibles par le langage à code mobile de l'application (2).

25 9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, dans lequel la boîte à outils cryptographiques (10) comporte en outre un module d'utilitaires (15) invocable par chacun des autres modules (11-14) de ladite boîte à outils cryptographiques.

10. Plate-forme informatique (1) apte à l'exécution d'applications (2)  
30 écrites dans un langage à code mobile, comprenant au moins une source

cryptographique (3) ayant une interface d'accès propre (4), caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un module de traduction (6) pour présenter auxdites applications une interface mutualisée (5) sensiblement indépendante des sources cryptographiques et de leurs interfaces d'accès respectives, le module  
5 de traduction étant placé entre l'interface mutualisée et chaque interface d'accès à une source cryptographique pour assurer l'accès aux ressources cryptographiques depuis les applications à travers l'interface mutualisée.

11. Plate-forme informatique selon la revendication 10, dans laquelle le module de traduction (6) comporte des moyens pour activer et maintenir une  
10 session de communication avec chaque source cryptographique (3) à travers son interface d'accès respective (4).

12. Plate-forme informatique selon la revendication 11, dans laquelle le module de traduction (6) comporte des moyens pour interroger chaque source cryptographique (3) en réponse à une commande de recherche reçue d'une  
15 application (2) sur l'interface mutualisée (5), pour obtenir des données d'identification cryptographique, et des moyens de filtrage desdites données d'identification pour construire une réponse retournée à l'application par l'intermédiaire de l'interface mutualisée.

13. Plate-forme informatique selon la revendication 12, dans laquelle la  
20 réponse retournée par le module de traduction (6) par l'intermédiaire de l'interface mutualisée (5) comporte au moins un certificat cryptographique correspondant à la commande de recherche.

14. Plate-forme informatique selon la revendication 12 ou 13, dans laquelle le module de traduction (6) comporte des moyens pour recevoir une  
25 commande d'opération cryptographique adressée par l'application (2) par l'intermédiaire de l'interface mutualisée (5) et incluant des données d'identification obtenues dans la réponse faite à ladite commande de recherche, et pour diriger ladite commande d'opération cryptographique vers la source cryptographique (3) ayant fourni lesdites données d'identification.

15. Module logiciel de traduction (6), à exécuter dans une plate-forme informatique (1) apte à l'exécution d'applications (2) écrites dans un langage à code mobile et comprenant au moins une source cryptographique (3) ayant une interface d'accès propre (4), caractérisé en ce qu'il présente auxdites applications une interface mutualisée (5) sensiblement indépendante des sources cryptographiques et de leurs interfaces d'accès respectives, et en ce qu'il est placé entre l'interface mutualisée et chaque interface d'accès à une source cryptographique pour assurer l'accès aux ressources cryptographiques depuis les applications à travers l'interface mutualisée.
- 10 16. Module logiciel selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte des instructions pour activer et maintenir une session de communication avec chaque source cryptographique (3) à travers son interface d'accès respective (4).
- 15 17. Module logiciel selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte des instructions pour interroger chaque source cryptographique (3) en réponse à une commande de recherche reçue d'une application (2) sur l'interface mutualisée (5), pour obtenir des données d'identification cryptographique, et des instructions pour construire une réponse retournée à l'application par l'intermédiaire de l'interface mutualisée, par filtrage desdites données d'identification.
- 20 18. Module logiciel selon la revendication 17, dans lequel la réponse retournée par l'intermédiaire de l'interface mutualisée (5) comporte au moins un certificat cryptographique correspondant à la commande de recherche.
- 25 19. Module logiciel selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce qu'il comporte des instructions pour recevoir une commande d'opération cryptographique adressée par l'application (2) par l'intermédiaire de l'interface mutualisée (5) et incluant des données d'identification obtenues dans la réponse faite à ladite commande de recherche, et pour diriger ladite commande d'opération cryptographique vers la source cryptographique (3) ayant fourni lesdites données d'identification.
- 30

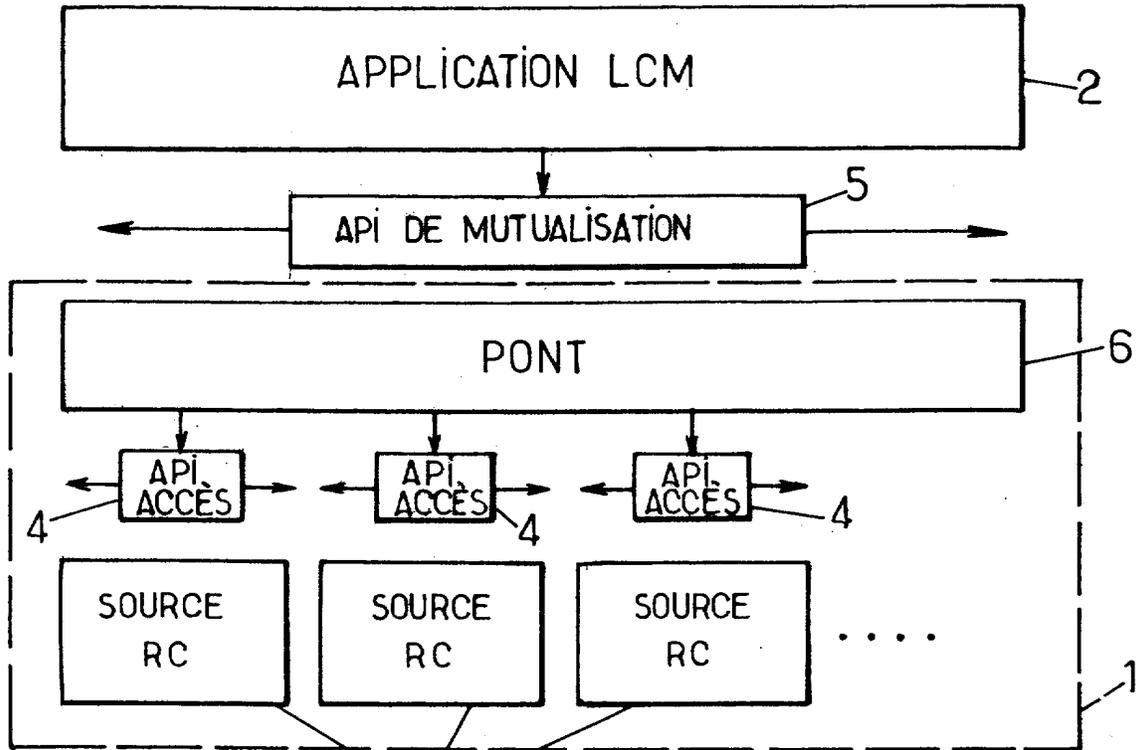


FIG.1.

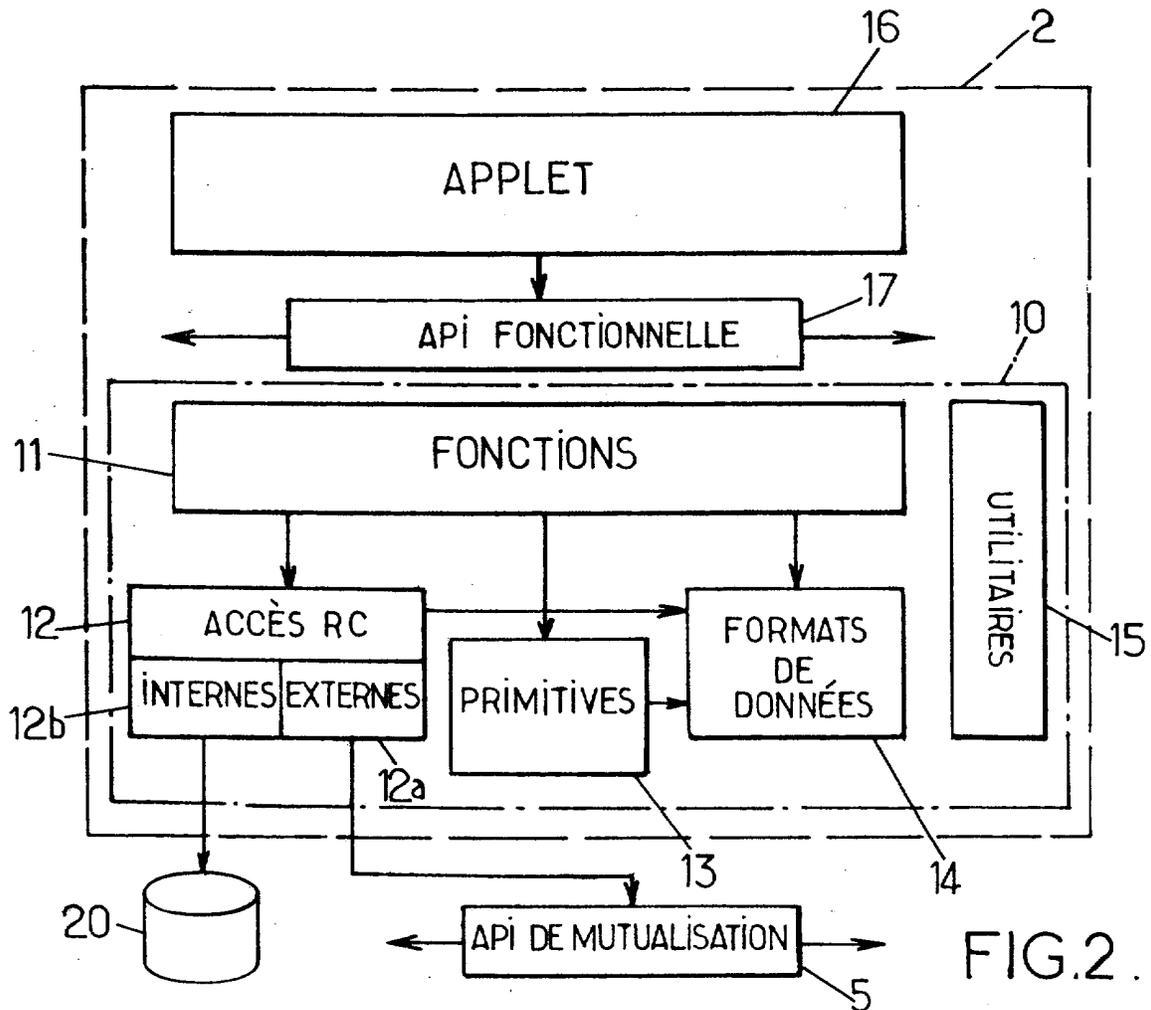


FIG.2.

**RAPPORT DE RECHERCHE  
 PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
 national

établi sur la base des dernières revendications  
 déposées avant le commencement de la recherche

FA 618686  
 FR 0206160

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 01 35194 A (UNISYS CORP) 17 mai 2001 (2001-05-17) * page 3, ligne 7 - page 4, ligne 17 * ---	1-19	H04L9/14
A	US 6 389 535 B1 (FIELD SCOTT ET AL) 14 mai 2002 (2002-05-14) * colonne 1, ligne 60 - colonne 2, ligne 55 *	1-19	
A	EMMS J: "A DEFINITION OF AN ACCESS CONTROL SYSTEMS LANGUAGE" COMPUTER STANDARDS AND INTERFACES, ELSEVIER SEQUOIA. LAUSANNE, CH, vol. 6, no. 4, 1987, pages 443-454, XP000005362 ISSN: 0920-5489 * page 443, colonne de droite, ligne 1 - page 444, colonne de gauche, ligne 2 * -----	1-19	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</b>
			G06F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 mai 2003		Brandt, J	
<b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant			

1  
 EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0206160 FA 618686**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20-05-2003

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0135194      A	17-05-2001	AU      1471101 A	06-06-2001
		EP      1230777 A2	14-08-2002
		WO      0135194 A2	17-05-2001
US 6389535      B1	14-05-2002	US      6253324 B1	26-06-2001
		US      6044155 A	28-03-2000
		US      6532542 B1	11-03-2003
		US      6272631 B1	07-08-2001
		DE      19827659 A1	07-01-1999
		FR      2767208 A1	12-02-1999
		GB      2328047 A ,B	10-02-1999
		JP      11085622 A	30-03-1999