

---

---

**Technologies de l'information —  
Cadre général pour l'identification et  
l'encapsulage des protocoles**

*Information technology — Framework for protocol identification and  
encapsulation*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO/IEC 14765:1997](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ae4bfc7-420e-4f74-ba24-54e73061b8e2/iso-iec-14765-1997>



## Sommaire

	<i>Page</i>
1	Domaine d'application..... 1
2	Références normatives ..... 1
2.1	Recommandations   Normes internationales identiques..... 2
2.2	Autres références ..... 2
3	Abréviations ..... 2
4	Définitions et concepts ..... 2
4.1	Concepts du modèle de référence de base..... 2
4.2	Autres définitions et concepts ..... 3
5	Aperçu général ..... 3
5.1	Généralités ..... 3
5.2	Interfonctionnement et encapsulage..... 5
6	Principes d'identification des protocoles ..... 5
6.1	Besoin d'identification des protocoles..... 5
6.2	Registres et valeurs d'identification des protocoles ..... 6
6.3	Méthodes d'identification des protocoles ..... 6
6.4	Identificateurs de protocoles ..... 6
7	Principes d'encapsulage de protocoles ..... 7
7.1	Fonction d'encapsulage ..... 8
7.2	Méthodes d'encapsulage des protocoles..... 10
7.3	Relations entre fonctions EF, protocoles EdP et protocoles EgP..... 10
Annexe A	– Recommandations   Normes internationales actuelles admettant les principes d'identification et d'encapsulage des protocoles (PIE)..... 15
Annexe B	– Exemples de méthodes d'identification et d'encapsulage des protocoles ..... 17

© ISO/CEI 1997

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

ISO/CEI Copyright Office • Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Version française tirée en 1998

Imprimé en Suisse

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) et la CEI (Commission électrotechnique internationale) forment ensemble un système consacré à la normalisation internationale considérée comme un tout. Les organismes nationaux membres de l'ISO ou de la CEI participent au développement de Normes internationales par l'intermédiaire des comités techniques créés par l'organisation concernée afin de s'occuper des différents domaines particuliers de l'activité technique. Les comités techniques de l'ISO et de la CEI collaborent dans des domaines d'intérêt commun. D'autres organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO et la CEI participent également aux travaux.

Dans le domaine des technologies de l'information, l'ISO et la CEI ont créé un comité technique mixte, l'ISO/CEI JTC 1. Les projets de Normes internationales adoptés par le comité technique mixte sont soumis aux organismes nationaux pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des organismes nationaux votants.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
La Norme internationale ISO/CEI 14765 a été élaborée par le comité technique mixte ISO/CEI JTC 1, *Technologies de l'information*, sous-comité SC 6, *Téléinformatique*, en collaboration avec l'UIT-T. Le texte identique est publié en tant que Recommandation UIT-T X.260.  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/511117-126-4f74-ba24-54e73061b8e2/iso-iec-14765-1997>

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

Page blanche

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/IEC 14765:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ae4bfc7-420e-4f74-ba24-54e73061b8e2/iso-iec-14765-1997>

## NORME INTERNATIONALE

## RECOMMANDATION UIT-T

## TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION – CADRE GÉNÉRAL POUR L'IDENTIFICATION ET L'ENCAPSULAGE DES PROTOCOLES

### 1 Domaine d'application

Les protocoles architecturés en couches sont en relation les uns avec les autres de telle manière qu'un protocole de la couche (n) utilise les services de la couche immédiatement inférieure – les services (n – 1) – lesquels, à leur tour, sont assurés par un protocole de la couche (n – 1). Un des services utilisés par un protocole de la couche (n) est l'*encapsulation* de ses (n) unités de données de protocole (unités PDU) d'une manière qui soit transparente. Cet encapsulage est réalisé par le transport des (n) unités PDU sous forme de données d'utilisateur dans une unité de données de service (unité SDU) (n – 1).

Dans certains cas, l'utilisation d'un protocole donné de la couche (n – 1) suppose l'utilisation, au-dessus de la couche (n – 1), d'un protocole de la couche (n) ou d'un ensemble de protocoles apparentés (n) / (n + 1) ... Toutefois, de manière plus générale, plus d'un protocole de la couche (n) (ou d'un ensemble de protocoles apparentés commençant dans celle-ci) peuvent être utilisés au-dessus de la couche (n – 1) dans un environnement donné. En pareils cas, il est nécessaire de procéder à l'*identification* explicite du protocole de la couche (n) (ou de l'ensemble de protocoles commençant dans celle-ci).

Il peut également se révéler nécessaire de manipuler le protocole (n – 1) (c'est-à-dire le protocole *encapsulant*) suivant certaines modalités propres au protocole de la couche (n) (c'est-à-dire le protocole *encapsulé*). Ces manipulations permettront de spécifier un ensemble de procédures applicables au protocole de la couche (n).

Les observations ci-dessus relatives à l'identification et à l'encapsulage des protocoles s'appliquent également aux cas dans lesquels une couche (n) est subdivisée en sous-couches.

Dans les cas où un protocole (n) est utilisé pour créer un univers parallèle de protocoles (indépendamment de la structure en couches de cet univers), il faut également que ce protocole (n) soit à même d'identifier le ou les protocoles de l'univers parallèle. Dans ces cas, il n'existe toutefois, aucune relation de type encapsulant/encapsulé entre le protocole (n) et l'ensemble de protocoles de l'univers parallèle.

Les principes ci-dessus rendent nécessaire la définition d'un cadre d'identification et d'encapsulage des protocoles. Ces principes s'appliquent à la relation entre deux protocoles (étant entendu que l'un d'entre eux peut être un ensemble de protocoles apparentés) et peuvent être appliqués de manière récursive. La présente Recommandation | Norme internationale définit un cadre d'identification explicite et d'encapsulage des protocoles. L'identification implicite des protocoles (voir le 4.2) n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation | Norme internationale.

### 2 Références normatives

Les Recommandations et les Normes internationales suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation | Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toutes Recommandations et Normes internationales sont sujettes à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Recommandation | Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et Normes internationales indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur. Le Bureau de la normalisation des télécommunications de l'UIT tient à jour une liste des Recommandations UIT-T en vigueur.

## 2.1 Recommandations | Normes internationales identiques

- Recommandation UIT-T X.200 (1994) | ISO/CEI 7498-1:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Modèle de référence de base: le modèle de référence de base.*
- Recommandation UIT-T X.263 (1995) | ISO/CEI TR 9577:1996, *Technologies de l'information – Identification des protocoles dans la couche Réseau.*

## 2.2 Autres références

- Recommandation UIT-T X.37 (1995), *Encapsulation dans des paquets X.25 de divers protocoles comprenant le relais de trame.*
- ISO/CEI 13515<sup>1)</sup>, *Technologies de l'information – Encapsulation générique de protocoles multiples.*

## 3 Abréviations

EdP	Protocole encapsulé ( <i>encapsulated protocol</i> )
EF	Fonction d'encapsulation ( <i>encapsulation function</i> )
EgP	Protocole encapsulant ( <i>encapsulating protocol</i> )
EPIF	Champ d'information de protocole encapsulé ( <i>encapsulated protocol information field</i> )
IdP	Protocole(s) identifié(s) ( <i>identified protocol(s)</i> )
IgP	Protocole identifiant ( <i>identifying protocol</i> )
IPI	Identificateur de protocole initial ( <i>initial protocol identifier</i> )
PCI	Information de contrôle protocolaire ( <i>protocol control information</i> )
PDU	Unité de données de protocole ( <i>protocol data unit</i> )
PEM	Méthode d'encapsulation des protocoles ( <i>protocol encapsulation method</i> )
PId	Identification des protocoles ( <i>protocol identification</i> )
PIE	Identification et encapsulation des protocoles ( <i>protocol identification and encapsulation</i> )
PIM	Méthode d'identification des protocoles ( <i>protocol identification method</i> )
SDU	Unité de données de service ( <i>service data unit</i> )
SPI	Identificateur de protocole subséquent ( <i>subsequent protocol identifier</i> )

## 4 Définitions et concepts

### 4.1 Concepts du modèle de référence de base

Les concepts ci-dessous de la Rec. UIT-T X.200 | ISO/CEI 7498-1 sont utilisés ici:

- concaténation;
- couche;
- protocole;
- information de contrôle protocolaire (PCI);
- unité de données de protocole (PDU);
- identification de protocoles;
- identificateur de protocole;
- segmentation/réassemblage;
- unité de données de service (SDU);
- sous-couche.

<sup>1)</sup> Actuellement, à l'état de projet.

## 4.2 Autres définitions et concepts

Les définitions et concepts ci-dessous s'appliquent à la présente Recommandation | Norme internationale.

**4.2.1 méthode d'identification de protocole (PIM) explicite:** méthode dans laquelle l'information de contrôle protocolaire (PCI) est utilisée pour identifier un protocole, un ensemble de protocoles apparentés ou une famille de protocoles.

**4.2.2 méthode d'identification de protocole (PIM) implicite:** méthode dans laquelle aucune information PCI n'est utilisée pour identifier un protocole. L'identification est assurée par des mécanismes tels que le couplage, dans une Recommandation ou dans une Norme internationale, d'un protocole IgP et d'un protocole IdP (en précisant, par exemple, qu'un protocole (n) donné est utilisé au-dessus d'un protocole (n – 1)); l'association d'une borne physique d'un système à un protocole ou un ensemble de protocoles apparentés; ou une association au moment de la mise en service d'une connexion «permanente».

**4.2.3 ensemble de protocoles équivalents:** ensemble de protocoles (prot<sub>1</sub>, prot<sub>2</sub>, etc.) fonctionnant tous dans la même couche ou sous-couche.

**4.2.4 ensemble de protocoles apparentés:** ensemble de protocoles (prot<sub>1</sub>, prot<sub>2</sub>, etc.), où prot<sub>1</sub> fonctionne dans la couche (n), prot<sub>2</sub> dans la couche (n + 1), etc. (les couches pouvant aussi être des sous-couches hiérarchiques).

**4.2.5 famille de protocoles:** ensemble de protocoles équivalents (prot<sub>1</sub>, prot<sub>2</sub>, etc.) identifiés par un même identificateur et nécessitant donc d'autres moyens pour identifier un protocole particulier de cette famille.

## 5 Aperçu général

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 5.1 Généralités

Comme nous l'avons vu plus haut, il peut exister une relation entre protocoles qui rend nécessaire la présence d'un protocole [le protocole identifiant (IgP)] pour identifier un protocole donné [le ou les protocoles identifiés (IdP)] dans un ensemble de protocoles équivalents, un ensemble de protocoles apparentés, ou une famille de protocoles. Par suite du processus d'identification, une deuxième relation peut être créée entre un protocole encapsulant (EgP) et un ou plusieurs protocoles encapsulés (EdP). Dans certains cas, le protocole IgP et le protocole EgP peuvent être confondus. Un protocole IdP et un protocole EdP sont généralement le même.

Pour aider à la mise au point des relations nécessaires entre les différents protocoles, un cadre est défini ici qui fixe les principes d'identification et d'encapsulation des protocoles (PIE). Ces principes reconnaissent les différents aspects de la technique d'identification PIE, à savoir:

- mise au point de méthodes d'identification de protocole (PIM) permettant d'identifier un protocole IdP (par exemple l'emplacement, dans un protocole IgP, où se trouve l'identification du protocole IdP – comme un champ particulier: en-tête, postambule, etc.);
- pour chaque méthode PIM, inscription des valeurs des protocoles IdP dans un registre;
- obligation, pour un protocole IgP, de spécifier non seulement la méthode PIM qu'il utilise pour identifier les protocoles IdP mais aussi toute autre procédure propre au protocole IgP intéressant la méthode PIM;
- mise au point de méthodes d'encapsulation de protocole (PEM) applicables aux protocoles EgP;
- spécification des particularités de fonctionnement (par exemple, restrictions, manipulations spéciales, etc.) d'un protocole EgP pour un protocole EdP donné.

Les aspects ci-dessus sont repris sur la Figure 1.

L'Annexe A présente l'état actuel des Recommandations et des Normes internationales conformes au cadre représenté à la Figure 1.

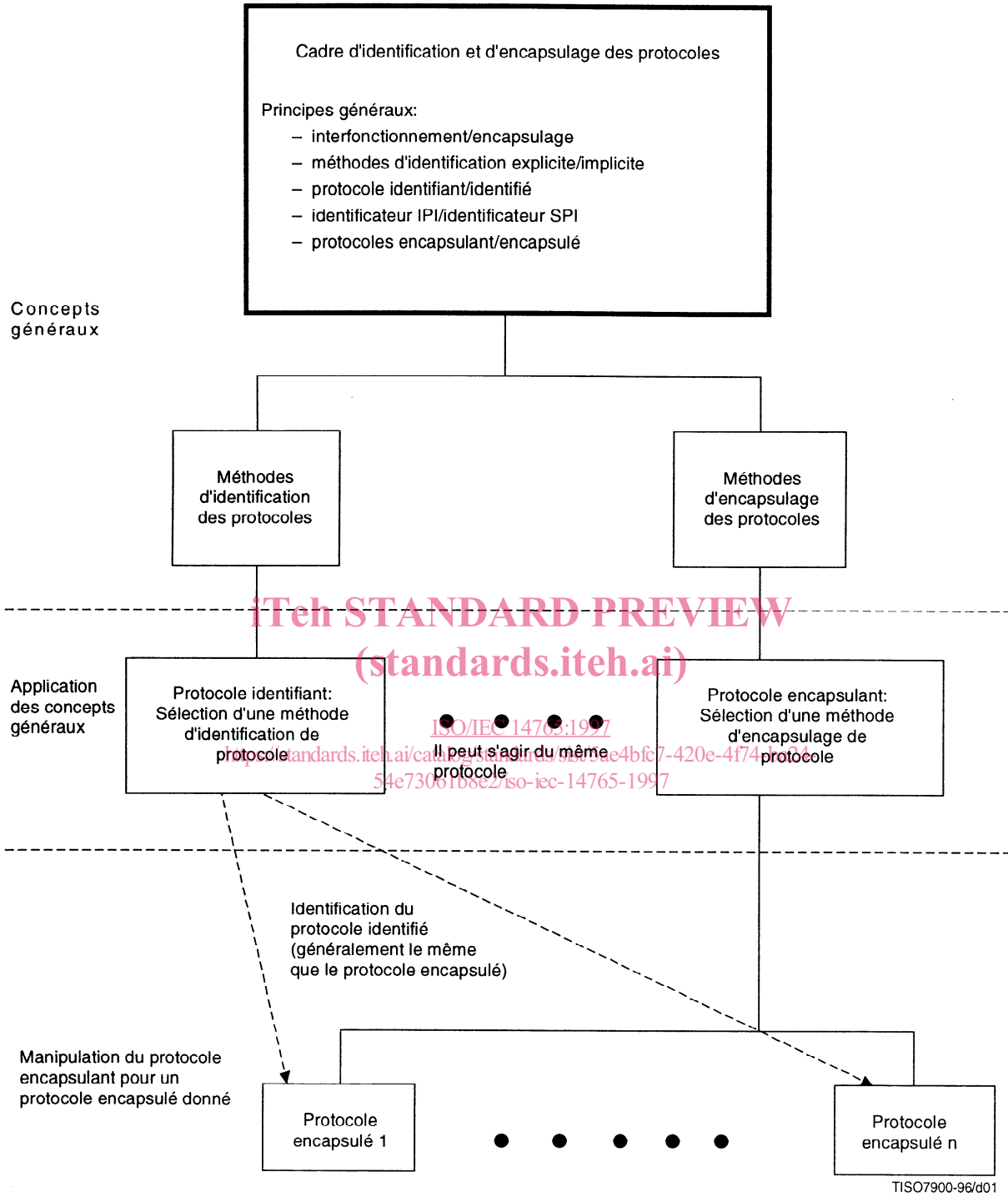


Figure 1 – Cadre et principes d'identification et d'encapsulation des protocoles



## 5.2 Interfonctionnement et encapsulage

Les concepts d'*interfonctionnement* et d'*encapsulage* des protocoles sont étroitement apparentés. Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, on établit entre eux les distinctions suivantes.

L'interfonctionnement se produit entre deux ou plus de deux protocoles de la même couche (ou sous-couche). Il ne concerne que les aspects sémantiques des protocoles de la couche (n). En particulier, l'interfonctionnement concerne la transformation entre la sémantique d'un protocole de la couche (n) utilisé sur une interface et la sémantique des autres protocoles de la couche (n), utilisés sur les autres interfaces. Les protocoles utilisés sur les différentes interfaces peuvent être identiques ou différents. La transformation entre les protocoles peut avoir pour effet de préserver de bout en bout le contenu sémantique de tous les protocoles. La transformation ne s'applique qu'à l'ensemble de fonctions abstraites (ou *service*) que les protocoles ont en commun. Par ailleurs, la transformation peut entraîner une perte de contenu sémantique à la traversée d'interfaces.

L'encapsulage (parfois aussi appelé *canalisation*) se produit lorsqu'on utilise une unité PDU d'un protocole donné (ou un ensemble d'unités PDU si le protocole assure des fonctions de segmentation/réassemblage) pour acheminer les unités PDU d'un autre protocole (c'est-à-dire lorsqu'on utilise le paramètre de données d'utilisateur d'une unité SDU (n - 1) pour acheminer les unités PDU (n). Dans la généralité des cas, aucune autre relation - stricte organisation en couches par exemple - ne doit exister entre les deux protocoles (ce qui permet, par exemple, une stratification en sous-couches ou un encapsulage d'un protocole donné au moyen de protocoles dont la classification en couches diffère). L'encapsulage préserve entièrement la sémantique du protocole EdP.

Dans le contexte de la présente Recommandation | Norme internationale, le *point d'accès*, défini dans la Recommandation X.300 comme étant une méthode d'interfonctionnement, est considéré comme étant une méthode d'encapsulage.

## 6 Principes d'identification des protocoles

### 6.1 Besoin d'identification des protocoles

Le besoin d'une identification des protocoles (PID) survient, en règle générale, lorsque plusieurs protocoles IdP (ou un ensemble de protocoles IdP apparentés) peuvent être utilisés dans un environnement donné (couche ou univers parallèle, par exemple). En pareils cas, l'identification du protocole IdP (ou de l'ensemble de protocoles IdP apparentés) est nécessaire à l'intelligibilité de la communication. Le processus d'identification PID doit s'appliquer à une instance de communication donnée. Ces instances peuvent correspondre:

- à la durée d'une connexion du protocole IgP, afin que l'identification ou la négociation/sélection d'un des protocoles IdP de repli (ou des ensembles de protocoles IdP apparentés de repli) intervienne bien pendant la phase d'établissement de la connexion du protocole IgP;
- à la transmission d'une unité SDU unique (dans le cas d'un protocole IgP en mode connexion, le choix d'autoriser plusieurs protocoles IdP simultanés aura été identifié pendant la phase d'établissement de la connexion du protocole IgP).

Lorsque l'on choisit d'utiliser un grand nombre de protocoles IdP de repli dans une instance de communication du protocole IgP, les protocoles IdP et le protocole IgP peuvent fonctionner simultanément ou successivement. L'utilisation de plusieurs protocoles IdP peut exiger de convenir des identités de l'ensemble donné de protocoles de repli à utiliser pour l'instance de communication considérée.

Par ailleurs, il est possible qu'un ensemble de protocoles de repli soit identifié comme formant une seule famille, auquel cas il faudra d'autres méthodes d'identification pour identifier un membre particulier de cette famille pour une instance de communication donnée.

Ce besoin d'identifier les protocoles oblige à utiliser ce qui suit:

- des registres de valeurs permettant d'identifier les protocoles;
- des méthodes d'identification des protocoles (PIM) permettant de négocier/choisir le ou les protocoles IdP;
- une information PCI explicite, dans le protocole IgP, permettant d'identifier le protocole IdP particulier (ou la famille ou l'ensemble de protocoles apparentés).

Ces éléments sont examinés ci-dessous.

## 6.2 Registres et valeurs d'identification des protocoles

On utilise un registre de valeurs (qui peut être une Recommandation ou Norme internationale, ou une partie de celles-ci) pour consigner le mode d'identification d'un protocole servant de protocole IdP. Ce registre doit pouvoir être aisément modifié par une instance désignée à cet effet.

Un identificateur IdP peut figurer dans plusieurs registres, avec la même valeur ou avec une valeur différente.

## 6.3 Méthodes d'identification des protocoles

On utilise une méthode PIM pour identifier le protocole IdP particulier (ou la famille ou un ensemble de protocoles apparentés) à utiliser dans une instance de communication donnée. La méthode PIM peut être implicite ou explicite (voir 4.2). Les méthodes PIM implicites n'entrent pas dans le cadre de la présente Recommandation | Norme internationale.

A une méthode PIM explicite est associé un registre de valeurs autorisées pour l'identification des protocoles (voir 6.2). Un même registre peut être associé à un grand nombre de méthodes PIM, ce qui évite d'avoir à créer un nouveau registre pour chacune d'entre elles.

Une méthode PIM explicite exige l'utilisation d'une information PCI pour identifier les protocoles. Il existe de nombreuses méthodes PIM, bien qu'un protocole IgP donné n'en admette que quelques-unes (généralement une seule). Un protocole IgP doit préciser la méthode PIM qu'il utilise ainsi que l'emplacement et le nombre d'octets de l'information PCI qu'utilise la méthode PIM.

Dans le cas d'un protocole IgP qui admet plusieurs méthodes PIM, il peut être souhaitable d'utiliser, pour identifier un protocole IdP, la méthode PIM qui donne le plus petit nombre d'octets. Pour les besoins de l'interfonctionnement, il convient de préciser en tout état de cause la méthode PIM utilisée pour identifier un protocole IdP.

Une méthode PIM peut autoriser, pour la négociation/sélection des protocoles IdP d'une instance de communication donnée, les options suivantes:

- a) sélection d'un seul protocole IdP (destiné à être utilisé avec une connexion du protocole IgP, le protocole IdP particulier étant identifié par la méthode PIM pendant la phase de demande de connexion du protocole IgP, ou simplement pendant la phase de transfert des données du protocole IgP);
- b) sélection d'un seul protocole IdP destiné à être utilisé avec une connexion du protocole IgP, à ceci près que la négociation du protocole IdP à retenir (parmi un ensemble de protocoles IdP de repli) a lieu pendant la phase d'établissement de la connexion du protocole IgP;
- c) sélection d'un grand nombre de protocoles IdP de repli (imposant parfois de négocier l'ensemble particulier de protocoles IdP de repli dans le cadre de la méthode PIM pendant la phase d'établissement de la connexion du protocole IgP ou simplement d'identifier le protocole IdP particulier pendant la phase de transfert des données du protocole IgP).

Lorsqu'il est convenu d'utiliser un grand nombre de protocoles IdP de repli pour une instance de communication donnée, la méthode PIM peut également préciser si un ou plusieurs protocoles IdP doivent être utilisés en même temps qu'une unité SDU unique pendant le transfert des données. En d'autres termes, la méthode PIM peut également préciser les aspects relatifs à l'encapsulation (voir l'article 7).

Dans les cas a) et b) ci-dessus, il n'est pas nécessaire d'identifier de nouveau le protocole IdP pendant la phase de transfert des données du protocole IgP. Dans le cas c), une nouvelle identification s'impose pour le ou les protocoles IdP dans les unités PDU du protocole IgP ou dans les unités SDU du protocole IdP.

## 6.4 Identificateurs de protocoles

Les identificateurs de protocoles, lorsqu'ils sont explicites, se trouvent dans l'information PCI et sont fondés sur les valeurs consignées dans un registre (voir 6.2).

La circonstance dans laquelle un protocole IdP est utilisé détermine s'il y a lieu pour ce protocole de s'identifier. Un protocole IdP doit s'identifier dans les cas suivants:

- a) le protocole IdP appartient à une famille donnée de protocoles qui a été identifiée;
- b) le protocole IdP n'a pas été identifié par un protocole IgP et il existe des protocoles IdP de repli qui peuvent être utilisés.

Le protocole visé dans le deuxième cas peut être considéré comme appartenant à une famille générale ou nulle. Toutefois, le protocole IdP doit s'identifier dans les deux cas. Dans l'un et l'autre cas, l'emplacement de l'identificateur de protocole doit être précisé. Un tel identificateur est dénommé *identificateur de protocole initial* (IPI). En règle générale, cet identificateur se situera au début de l'unité SDU de la couche (n - 1), dans ce cas, les protocoles IdP peuvent être

considérés comme des «protocoles de type en-tête». Cependant, l'identificateur peut aussi, dans le cas de «protocoles de type postambulé», se trouver à la fin de l'unité SDU. Lorsque les deux types de protocole – en-tête et postambulé – utilisent le même protocole (n – 1), des mécanismes d'identification sont nécessaires dans le protocole (n – 1) afin de différencier correctement, dans la couche (n), les protocoles de type en-tête et les protocoles de type postambulé.

Il n'est pas nécessaire qu'un protocole IdP s'identifie lorsqu'un protocole IgP en a clairement identifié l'utilisation (mais il peut le faire).

Un protocole IdP peut être aussi un protocole IgP. Si tel est le cas, l'identificateur utilisé pour identifier les protocoles subséquents est dénommé *identificateur de protocole subséquent* (SPI). Comme indiqué au 6.3, la méthode PIM utilisée par l'identificateur SPI (y compris l'emplacement de l'identificateur SPI dans l'information PCI du protocole IgP) doit être précisée. Il peut arriver que l'identificateur, qu'un protocole IgP considère comme étant un identificateur SPI, soit considéré par le protocole IdP comme étant un identificateur IPI.

La Figure 2 montre la corrélation entre un identificateur IPI et un identificateur SPI.

Il est possible qu'un protocole subséquent identifie à son tour d'autres protocoles dans une couche. C'est-à-dire qu'il est possible d'imbriquer les protocoles les uns dans les autres. Il est également possible, dans certains cas limités, d'avoir plusieurs protocoles «initiaux». Par exemple, lorsqu'un protocole de compression de données est utilisé comme protocole initial, le protocole comprimé lui-même est identifié par un identificateur IPI.

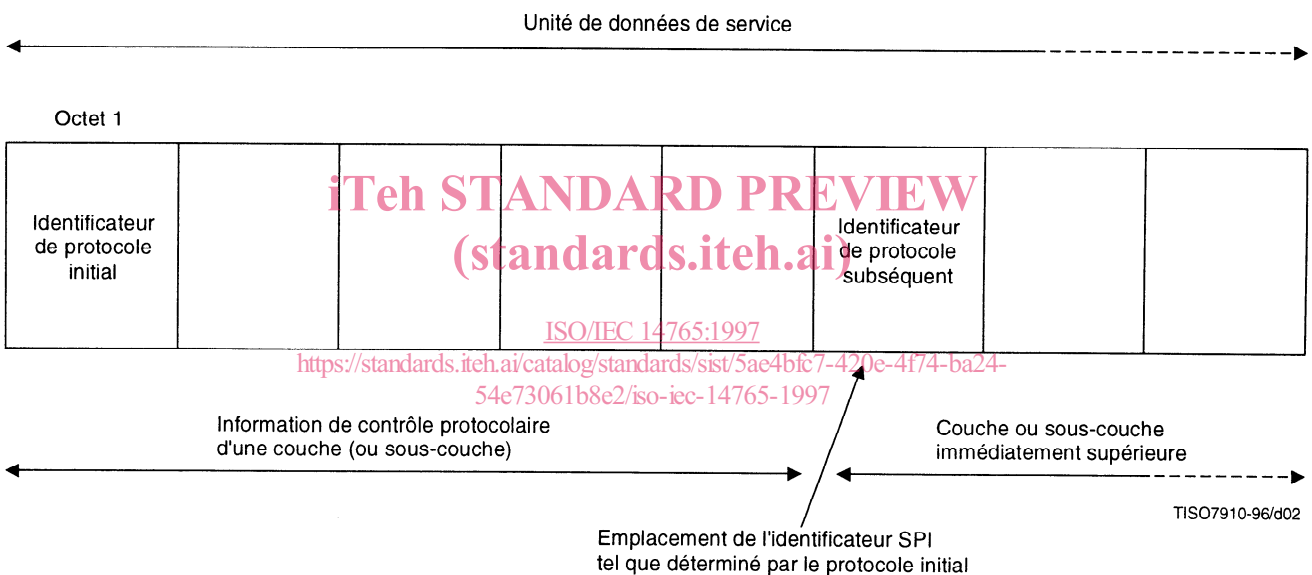


Figure 2 – Relation entre un identificateur IPI et un identificateur SPI

## 7 Principes d'encapsulation de protocoles

L'encapsulation des protocoles implique une relation entre deux protocoles: un protocole EgP et un protocole EdP. Cette relation implique les dimensions suivantes:

- manipulations d'un protocole EdP;
- manipulations/restrictions d'un protocole EgP spécifique pour un protocole EdP spécifique;
- identification éventuelle du protocole EdP qui peut être encapsulé dans un protocole EgP;
- encapsulation dans le protocole EgP d'une ou plusieurs des unités PDU du protocole EdP, y compris leur délimitation.

Ces dimensions sont incorporées dans une fonction d'encapsulation (EF).