



## Présentation

**Code interne :** ER5RE108

## Description

Cet enseignement consacré à l'architecture du DoD Internet dans sa version 4, aussi appelée famille de protocoles IPv4 ou encore TCP/IPv4 (Transmission Control Protocol / Internet Protocol version 4), est décomposé en deux modules : celui-ci et sa suite « Architecture TCP/IP 2 » (ER6RE113).

Après une introduction sur les aspects historiques qui ont conduit à la famille de protocoles TCP/IPv4 et sur son schéma d'adressage originel, cet enseignement se focalise sur les protocoles de la famille TCP/IPv4 jusqu'au niveau transport et sur le schéma d'adressage actuel. Des travaux pratiques concluent ce module afin d'illustrer les notions étudiées en cours. Ceux-ci apportent aussi des compétences pratiques et permettent le déploiement de réseaux simples utilisant cette famille de protocoles ainsi que la résolution d'erreurs courantes de construction et de configuration.

Ce module traite plus particulièrement les aspects allant du niveau physique au niveau réseau alors que le module « Architecture TCP/IP 2 » s'intéresse aux principaux protocoles de transport.

## Objectifs

- Connaître et comprendre l'origine de la famille de protocoles TCP/IPv4 afin d'être conscient de ses avantages et de ses limitations par rapport à d'autres familles protocolaires et la nécessité de mettre en place des solutions palliant ces limitations.
- Comprendre la notion d'interconnexion de réseaux de communications de bas niveau par IPv4 afin connaître, de comprendre et de mettre en œuvre les trois principaux mécanismes d'adaptation entre ces réseaux de communication de bas niveau et IPv4 : mode connecté et mode non connecté et, surtout, le protocole ARP et le mécanisme de fragmentation et de réassemblage d'IPv4.
- Connaître et comprendre les éléments de protocole d'IPv4 ainsi que l'adressage et les mécanismes de routages d'IPv4 afin d'être capable de mettre en œuvre des réseaux simples, mais pouvant utiliser un plan d'adressage subtil, utilisant la famille protocolaire TCP/IPv4.
- Connaître et comprendre les principales options d'IPv4 et les principales fonctionnalités d'ICMPv4, non seulement pour les utiliser en tant que telles mais aussi pour aider à la recherche d'erreurs simples de construction et de configuration de réseaux utilisant la famille protocolaire TCP/IPv4.

## Heures d'enseignement

CI	Cours Intégrés	40h
TDM	Travaux Dirigés sur Machine	4h

## Pré-requis obligatoires

- Module ER5RE112 « Introduction aux réseaux ».

## Syllabus

- Introduction à l'architecture TCP/IPv4
  - Fondements historiques
    - D'ARPANET et de NSFNET à la famille protocolaire TCP/IPv4 (DoD Internet).
  - Organisation de la standardisation de la famille protocolaire TCP/IPv4 et instances associées
  - Notion d'interconnexion de réseaux
  - Rappels sur l'acheminement des données dans les réseaux à commutation de paquets
    - Notions de circuit de données et de circuit virtuel.
    - Notions de transfert de données en mode connecté et en mode non connecté.
  - Interconnexion de réseaux de communication de bas niveau hétérogènes par IPv4 en mode non connecté
  - Nécessité de l'adaptation entre IPv4 et les réseaux de communication de bas niveau hétérogènes empruntés
  - Pile protocolaire IPv4 et comparaison avec le modèle OSI (Open Systems Interconnection)
  - Principe général de l'acheminement des paquets de données par IPv4
  - Schéma d'adressage IPv4 originel
  - Principe simplifié du routage des paquets IPv4
  - Ouverture vers les évolutions du schéma d'adressage et du routage d'IPv4 vers leurs formes actuelles
- Couche liaison de l'architecture TCP/IPv4 : interaction avec les réseaux de communication de bas niveau
  - Nécessité de l'adaptation d'IPv4 à la transmission de ses paquets sur des réseaux de communication de bas niveau aux caractéristiques variées
    - Mode de transfert, connecté ou non connecté, des réseaux de communication de bas niveau.
    - Taille maximale des paquets pouvant être transmis par les réseaux de communication de bas niveau (charge utile maximale).
    - Résolution (conversion) des adresses IPv4 en adresses utilisées par les réseaux de communication de bas niveau empruntés.
  - Principes de la résolution d'adresse
    - Contexte.
    - But.
    - Principales méthodes envisageables : avantages et inconvénients.
  - Rappels sur le réseau de communication Ethernet / IEEE 802.3
  - Méthode et protocole de résolution d'adresse ARP (Address Resolution Protocol)
    - Principe de fonctionnement d'ARP
    - Éléments de protocole
    - Structure d'un paquet ARP
    - Application au cas particulier d'Ethernet / IEEE 802.3.
  - Cas de la résolution des adresses IPv4 multicast (adresses de groupe)

Exemple d'une solution adaptée à Ethernet / IEEE 802.3.

- Protocole RARP (Reverse Address Resolution Protocol)
- Couche Internet de l'architecture TCP/IPv4 : IPv4 et ICMPv4
  - Buts et principes essentiels du protocole IPv4
  - Panorama informel des fonctionnalités d'IPv4
  - Structure d'un paquet (datagramme) IPv4
  - Éléments de protocoles d'IPv4
    - Gestion de la qualité de service : fonctionnement originel « TOS » (Type Of Service) et « DS » (Differentiated Services) rétro-hérité d'IPv6.
    - Contrôle de congestion : fonctionnement originel et « ECN » (Explicit Congestion Notification) rétro-hérité d'IPv6.
    - Limitation de la durée de vie des datagrammes.
    - Fragmentation et réassemblage des datagrammes : adaptation de la taille des datagrammes à la charge utile maximale des réseaux de communication de bas niveau empruntés.
    - Construction progressive du routage (acheminement) actuel des datagrammes : sous-adressage, masque de réseau, masque de réseau de longueur variable, sur-adressage, agrégations d'adresses et de réseaux, notation CIDR, notion de préfixe de réseau et utilisation, notion de route par défaut et utilisation, synthèse sur le routage général actuel d'IPv4 et éventuels problèmes de rétro-compatibilité avec des protocoles et des équipements plus anciens.
- Options d'IPv4
  - Principales options actuelles d'IPv4, éléments de protocole et rôles.
- Protocole ICMPv4
  - Principaux messages ICMPv4 actuels, éléments de protocole et rôles.

---

## Bibliographie

- Documentation officielle du DoD Internet : <https://www.rfc-editor.org>
- D. E. Comer, "Internetworking With TCP/IP Volume 1: Principles, Protocols, and Architecture - 6th edition", Pearson, 2014.
- Polycopié de cours non exhaustif (prise de notes obligatoire) et textes de travaux pratiques.

---

## Modalités de contrôle des connaissances

## Évaluation initiale / Session principale

Type d'évaluation	Nature de l'évaluation	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'évaluation	Note éliminatoire de l'évaluation	Remarques
Contrôle Terminal	Ecrit	90		1		Détails des modalités de contrôle : documents interdits, calculatrice en mode examen autorisée, tout autre moyen informatique et tout moyen de communication interdits.

## Seconde chance / Session de rattrapage

Type d'évaluation	Nature de l'évaluation	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'évaluation	Note éliminatoire de l'évaluation	Remarques
Epreuve terminale	Ecrit	90		1		Détails des modalités de contrôle : documents interdits, calculatrice en mode examen autorisée, tout autre moyen informatique et tout moyen de communication interdits.

## Infos pratiques

---

### Contacts

#### Intervenant

Nicolas Marie-Magdelaine

✉ [Nicolas.Marie-Magdelaine@bordeaux-inp.fr](mailto:Nicolas.Marie-Magdelaine@bordeaux-inp.fr)

#### Responsable module

Xavier Delord

✉ [Xavier.Delord@bordeaux-inp.fr](mailto:Xavier.Delord@bordeaux-inp.fr)