

<https://www-npa.lip6.fr/~malouch/M2/ITQoS>

Ingénierie de Trafic et Qualité de Service (ITQoS)

Sorbonne Université Master 2 : Réseaux Informatiques

Naceur Malouch – SU/LIP6

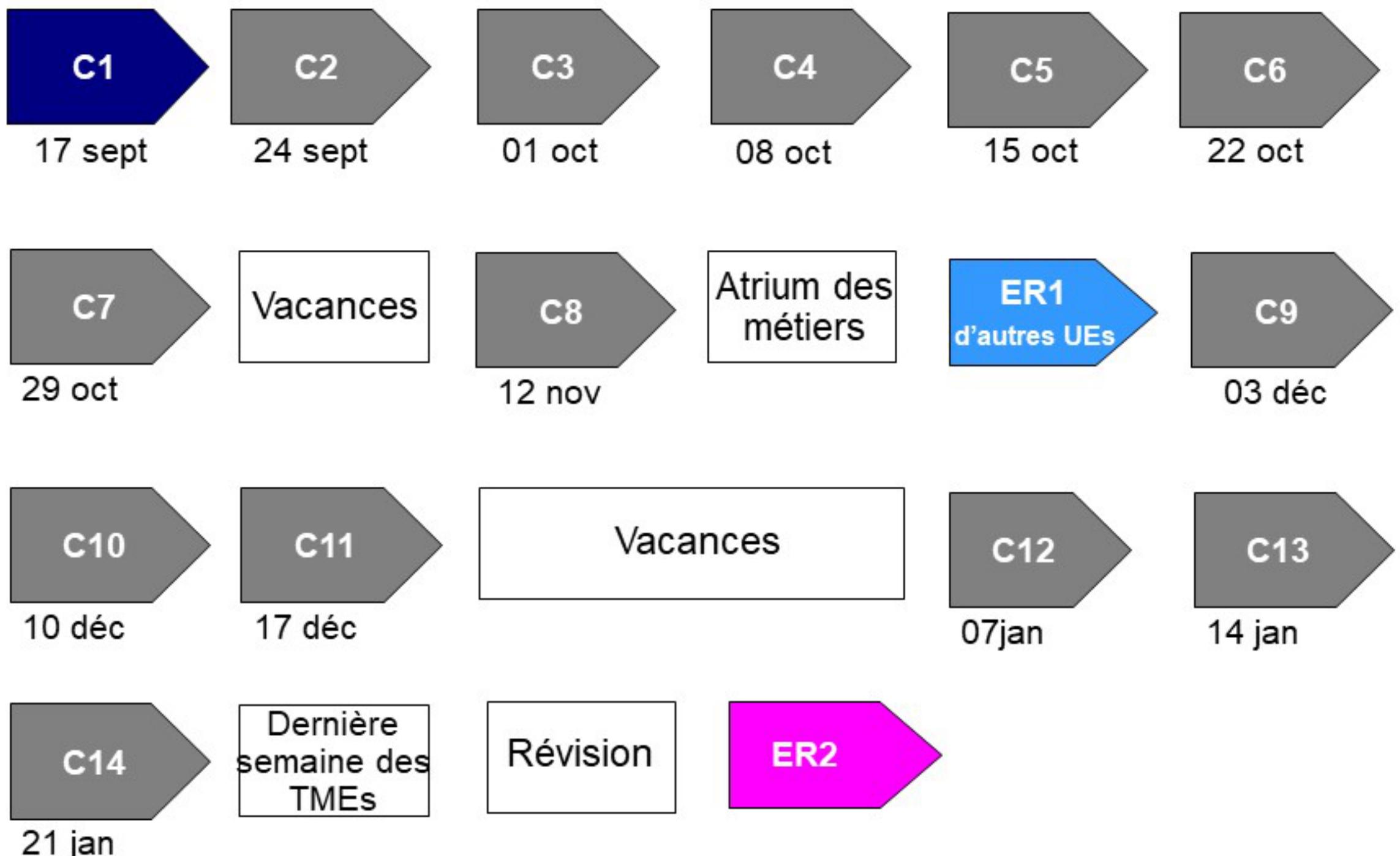


septembre 2021

Introduction

- **Objectif : QoS réseaux**
 - Approches et techniques
 - Ingénierie et gestion de trafic
- **Connaissances à acquérir**
 - Principes et concepts liés à la QoS
 - Comment concevoir un service réseau en intégrant la QoS ?
 - Comment concevoir et configurer les routeurs d'un réseau afin de contrôler la QoS et bien gérer les ressources du réseau ?
 - Maîtrise des outils de gestion de trafic

Planning



Si Amphi : <https://cal.ufr-info-p6.jussieu.fr/master/>
et/ou <https://planning.upmc.fr/jussieu/M2.INFO.RES/>

Planning

TME une semaine sur deux, mardi ou jeudi en fonction de votre groupe : G1, G2 ou G3

Salles : <https://cal.ufr-info-p6.jussieu.fr/master/>
(Normalement la salle prevue est la 502 Couloir 14-15)

Planning

2021 / 2022

- **Semaine du 20 sept : TME1**

- **G1** : pas de TME

- **G2** : jeudi 23 sept

- de 13h45 à 15h45, et de 16h00 à 18h00

- **G3** : mardi 21 sept

- de 13h45 à 15h45, et de 16h00 à 18h00

5

Planning

2021 / 2022

- **Semaine du 27 sept : TME1**

- **G1** : jeudi 30 sept

- de 13h45 à 15h45, et de 16h00 à 18h00

- **G2** : pas de TME

- **G3** : pas de TME

....

À vous de compléter ☺

6

ITQoS : Contrôle des connaissances

Note UE = 15% x DM (20/20 ou 0/20)
+ 35% x TME
+ 50% x ER2 (Examen final)

Règles de l'examen final :

- Réponses en français ou en anglais
- Questions Cours : 8 à 10pt / 20
- Questions TME : 10 à 12pt / 20
- Durée : deux heures
- Calculatrice, PC portable, Pocket PC et téléphone portable, intelligent ou pas, **NON** autorisés.

Tous documents autorisés

Introduction à la QoS

- Aux années 70, Internet a été conçu pour offrir un service simple de transfert de données.
- Premier problème rencontré :
 - La congestion dans le réseau
 - Solution : conception de protocoles à réaction
Contrôle de congestion dans TCP
 - But : minimiser la fréquence de pertes, retransmettre efficacement les paquets perdus.
 - Insuffisant avec la croissance du réseau et des applications multimédias

9

Introduction à la QoS

- Exemple 1 :
 - Vidéo streaming (VoD)
- Exemple 2 :
 - VoIP, téléconférence
- Exemple 3 :
 - Chirurgie à distance
- Exemple 4 :
 - Data centers



10

Introduction à la QoS

- Définition de la QoS ?

11

11

Introduction à la QoS

- Appel VoIP avec un délai e2e > 400 ms (qualité moyenne) ?
 - Appel classique



- Réunion téléconférence

12

Introduction à la QoS

- Définition de la QoS :
 - ITU
 - “QoS is the collective effect of service **performance** which determines the degree of **satisfaction** of a **user** of the service”
 - ISO
 - “QoS is a set of qualities related to the collective behaviour of one or more objects. Quality is the totality of features and characteristics of a product or **services** that bear on its ability to **satisfy** stated or implied **needs**”
 - etc.

13

Introduction à la QoS

- Documents à consulter :
 - ITU
 - T-REC-G.1000 : Qualité de service des communications : cadre et définitions
 - T-REC-G.1010, 1020, 1030, 1080
 - Disponibles sur www.itu.int

14

Introduction à la QoS

- Concept *abstrait*
 - modélisé par les besoins des applications
- Paramètres réseaux liés à la QoS
 - délai, gigue
 - perte
 - débit

} moyen ou instantané
- Contraintes
 - tolérance aux délais, pertes, gigue, etc.
 - **Asynchrone, synchrone, isochrone, interactif, critique**

15

Applications rigides

- Ces applications nécessitent une bande passante minimum. Sans ce débit minimum disponible, elles deviennent quasiment plus utilisables.
- **La modification des caractéristiques temporelles** de leur trafic risque d'impacter l'application
- **Les applications *interactives***
 - applications multimédias conversationnelles (voix et vidéo)
 - simulations distribuées, jeux en réseau
- **Les applications *non interactives***
 - enseignement à distance
 - diffusion de contenus

16

Applications élastiques

- Ces applications essaient d'utiliser le maximum de la bande passante disponible et s'adaptent au réseau.
- Acceptent les **déformations** de leur trafic
- Les applications *interactives*
 - émulation « Terminal » (ssh, ...)
 - accès aux bases de données, client/serveur
 - petites transactions web
 - émulation graphique (Xwindow, ...)
- Les applications *de transfert*
 - sauvegardes, réplications de base de données
 - transactions FTP, longues transactions web
 - transferts de news
 - diffusion de contenus adaptatif

17

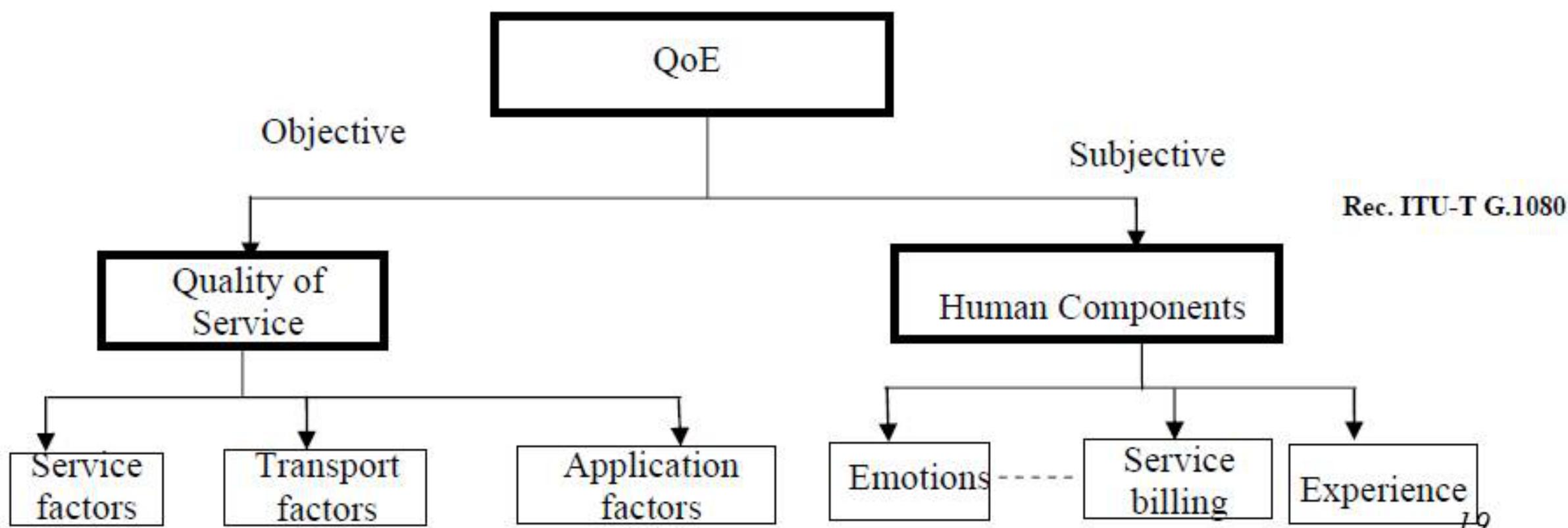
Applications

- Généralement 3 types de service à ces applications :
 - Premium
 - Better than best effort (intermédiaire)
 - Best effort
- Autres services :
 - Lower than best effort
 - Super Premium
 - “Btbe++”
 - etc.

18

Quality of Experience

- QoE :
 - Qualité du service globale et finale comme perçue par l'utilisateur
 - Prend en compte le contexte et les attentes des utilisateurs
 - « QoE = QoS experienced by the user »



Évaluation de la qualité

- Comment quantifier l'impact de paramètres réseaux sur la qualité ?
- Comment vérifier qu'une solution QoS répond au besoin ?
- Comment comparer les solutions QoS/QoE ?
- Comment mesurer la QoE ?

Évaluation de la qualité

- Qualité subjective :
 - Demander à des « testeurs » de donner leurs avis
 - Les résultats dépendent des conditions de tests
 - L'environnement
 - La nature/type des données audio/vidéo : musique, chanteur, lieu, événement, etc.
 - L'expérience des testeurs, leur culture, etc.
 - Les résultats doivent être évalués avec un degré de confiance
- Recommandations IUT :
 - Voix
 - Vidéo

21

Évaluation de la qualité

■ Qualité subjective :

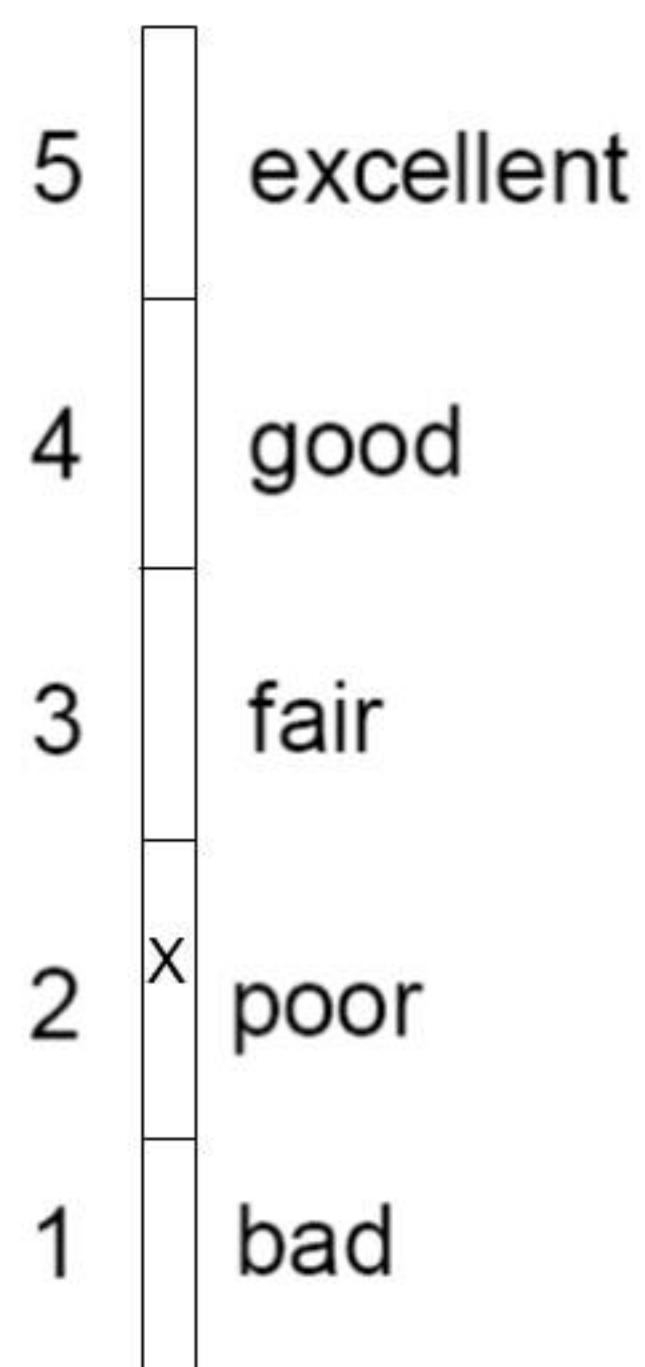
Exemple de test audio

Les testeurs écoutent des séquences audios (originale + étudiée)

Donnent une note entre 1, 2, 3, 4 ou 5

La valeur moyenne est calculée → MOS :

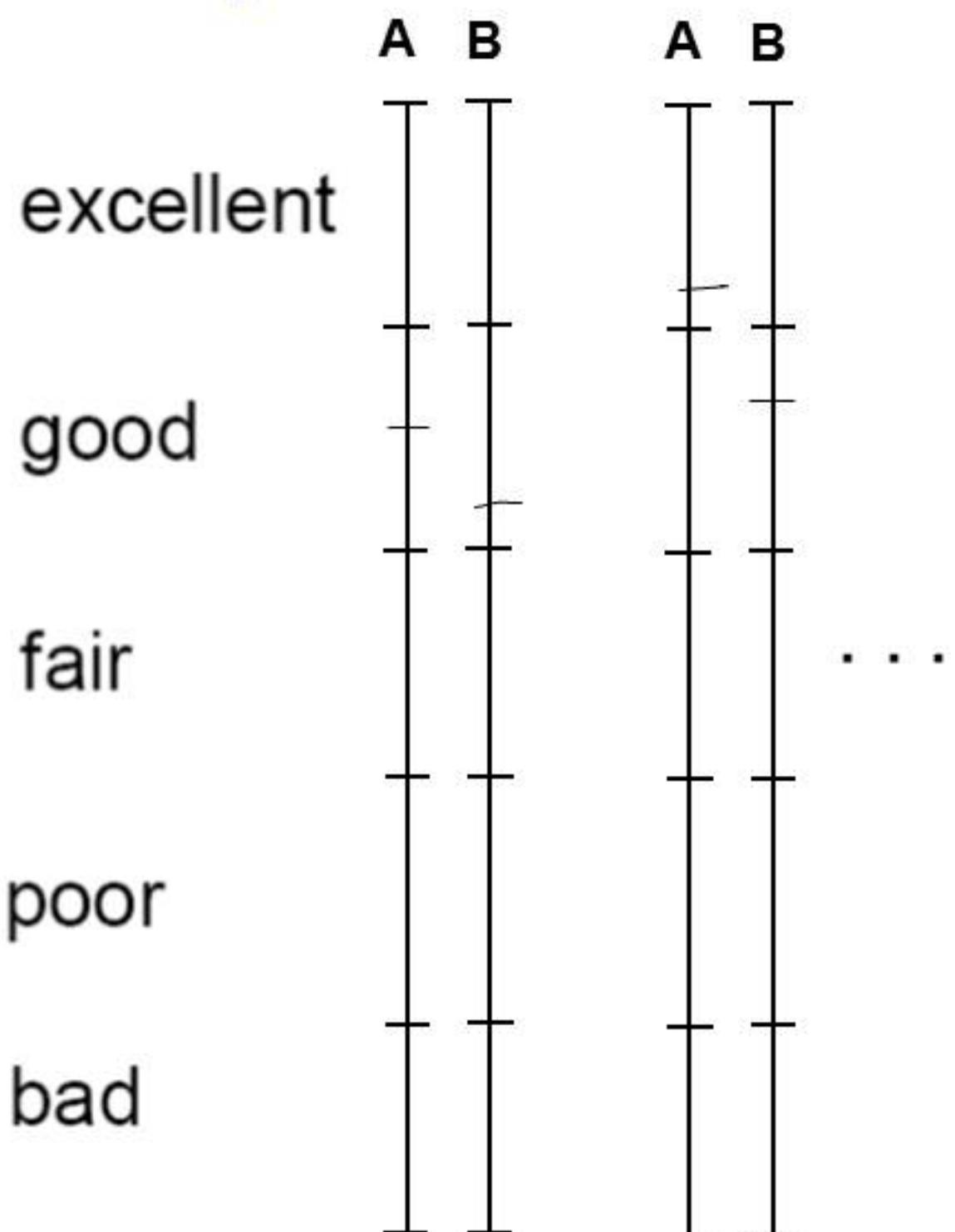
Mean Opinion Score
(Absolute Category)



22

Évaluation de la qualité

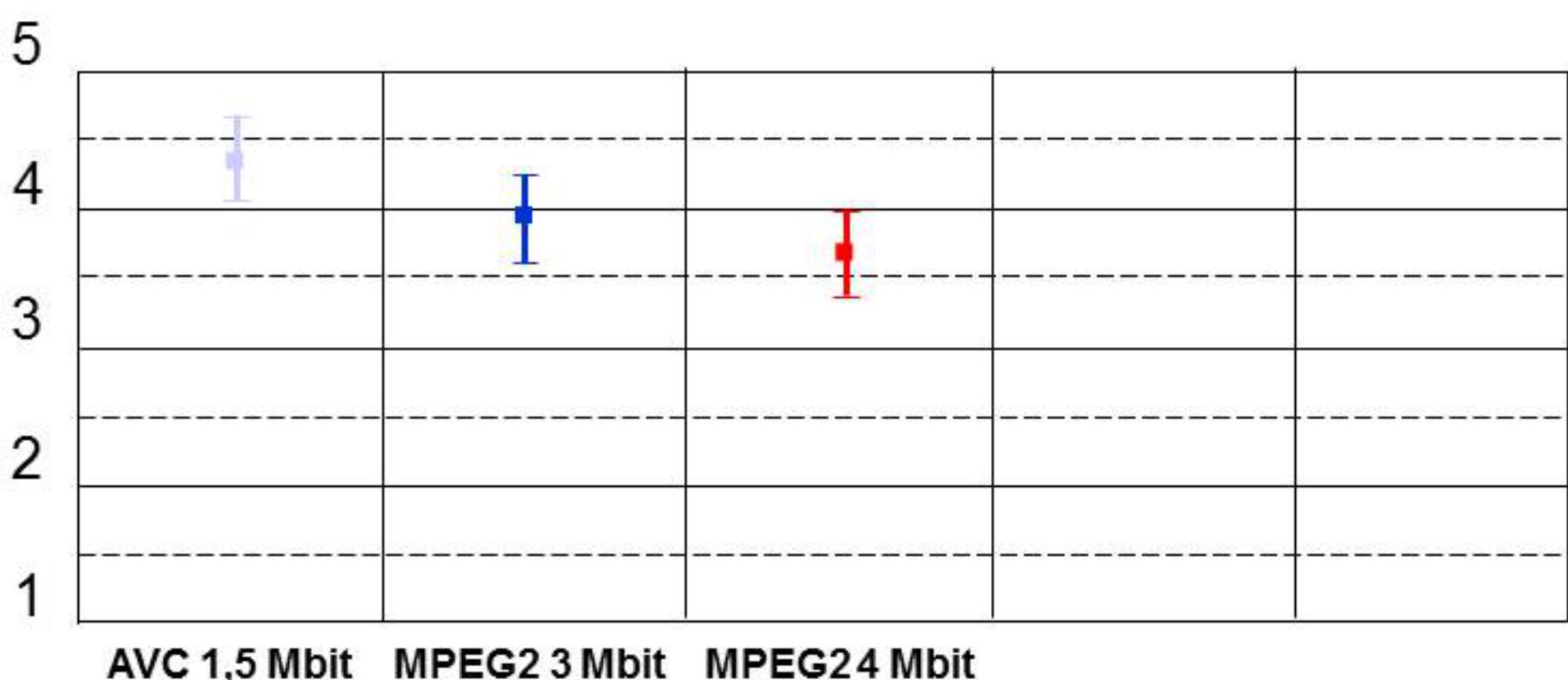
- Qualité subjective :
 - Exemple de test vidéo avec la méthode “Double Stimulus Continuous Quality Scale (DSCQS)”
 - Les testeurs regardent une série d’images (originale/à évaluée) et notent les deux séries
 - Moyenne + intervalle de confiance



23

Évaluation de la qualité

- Qualité subjective :
 - Exemple de présentation des résultats



24

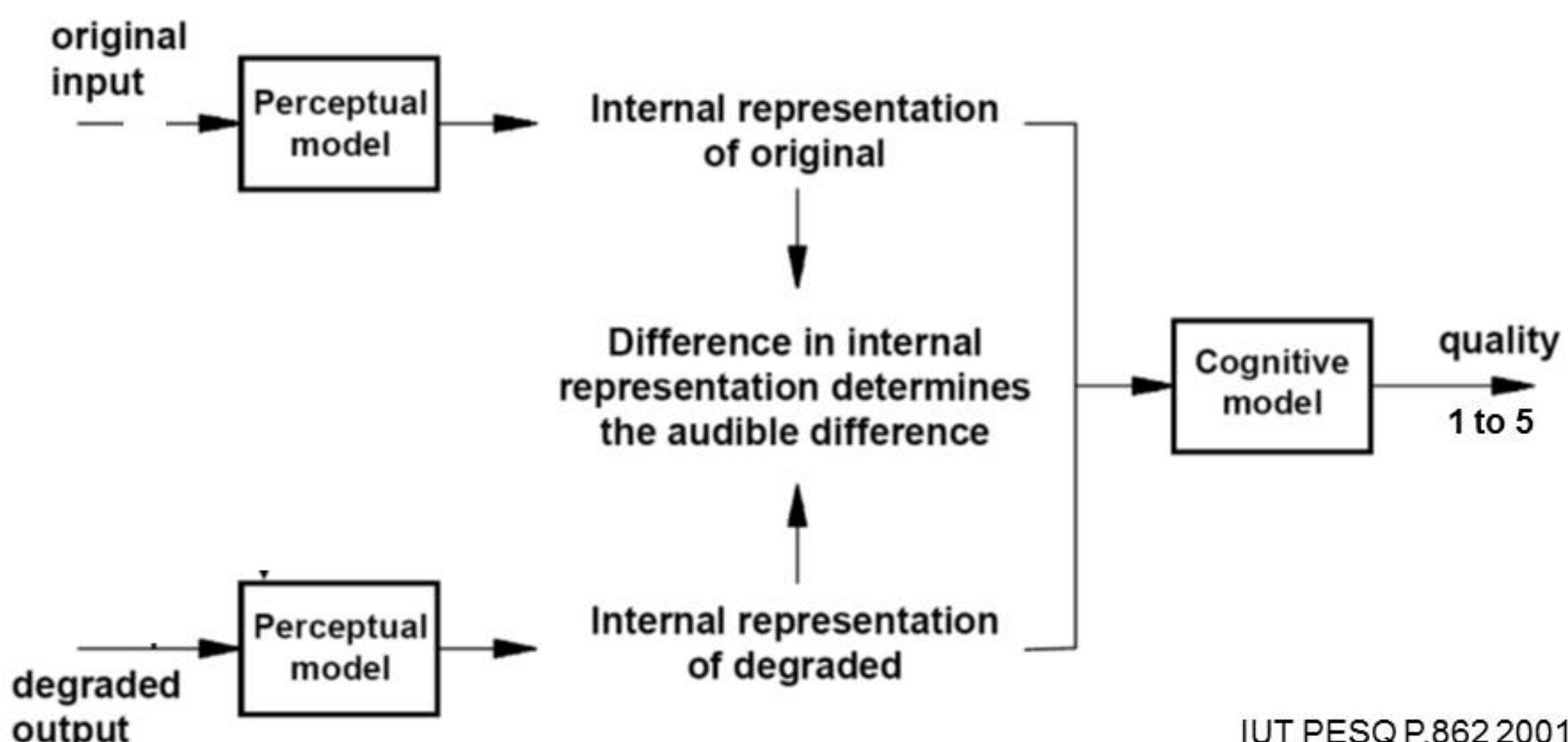
Évaluation de la qualité

- Tests subjectifs :
 - Difficultés à mettre en place
 - Ne sont pas reproduits à l'identique
- Algorithme d'évaluation de **qualité objective** :
 - Principe
 - Comparaison entre signal d'origine et signal dégradé
 - Technique
 - Basé sur un modèle de perception
 - Basé sur les différences entre les données
 - Exemples
 - PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality)
 - POLQA (Perceptual Objective Listening Quality) : PESQ majeur
 - MNB (Measuring Normalizing Block)
 - EMBSD (Enhanced Modified Bark Spectral Distance)

25

Évaluation de la qualité

- Algorithme d'évaluation de **qualité objective** :
 - PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality)



IUT PESQ P.862 2001

26

Évaluation de la qualité

- D'autres modèles existent
 - Relient les paramètres réseaux/application à la QoE
 - e.g. E-model (R-factor)
 - Pour Estime la qualité de conversation téléphonique
- E-model : Une formule qui inclut notamment :
 - Délai de transmission de bout en bout
 - Probabilité de perte de paquets
 - Robustesse du codec à récupérer les pertes
 - Divers mesures de dégradation du signal vocal
 - Etc.
- Voir TME1

27

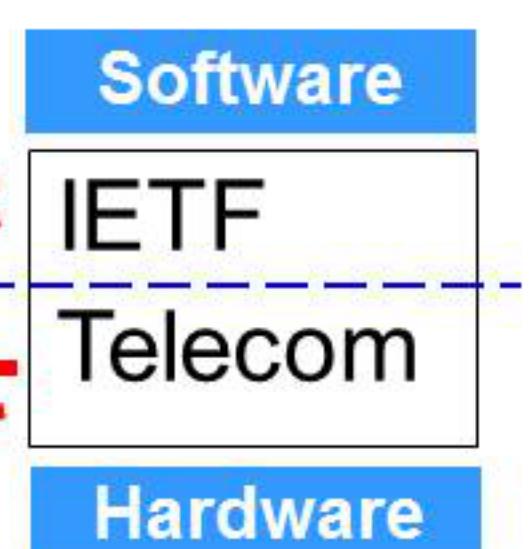
Support de QoS

- Deux approches de QoS

- Bout-en-bout (e2e)

- Réseau

- Politique et mécanismes de QoS
 - surdimensionnement



- Solutions hybrides possibles

- e2e + mécanismes QoS
 - surdimensionnement + mécanisme QoS
 - etc.

28

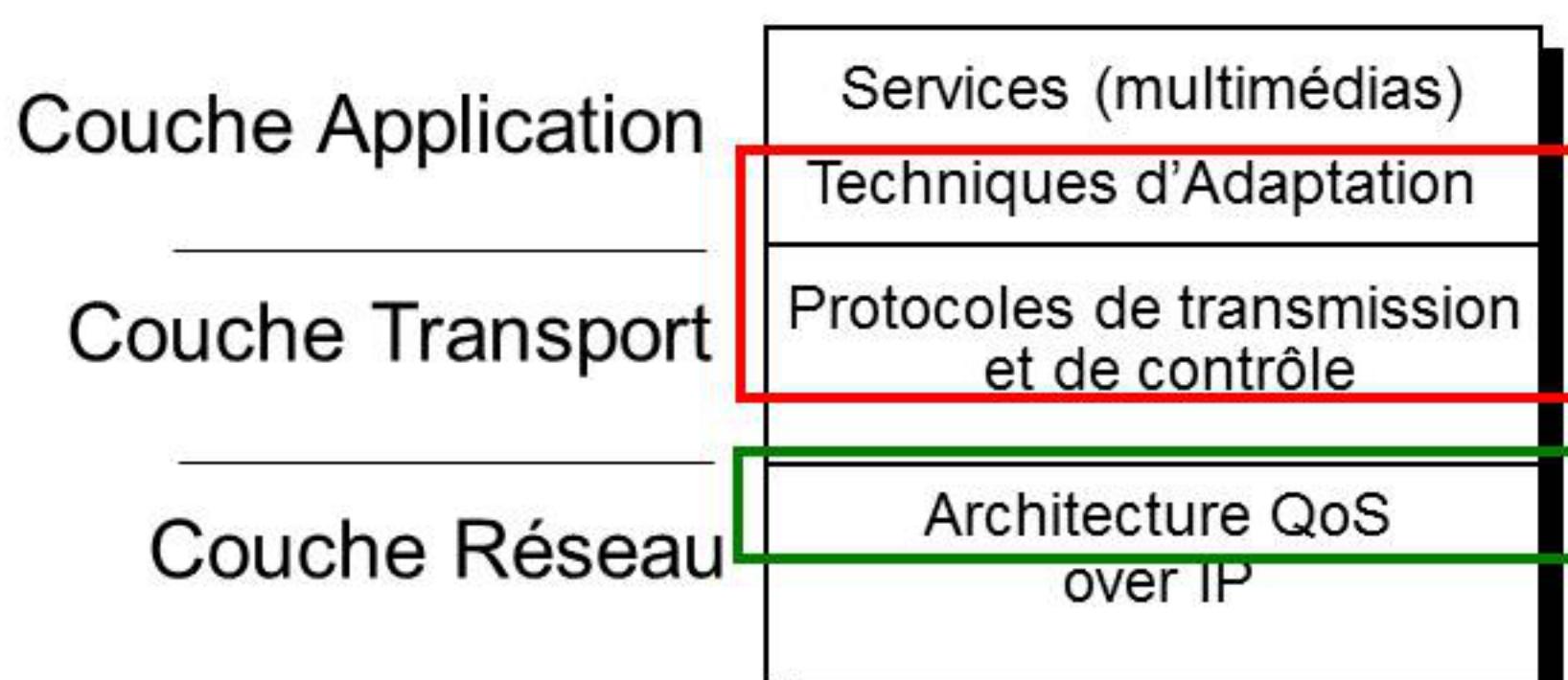
Support de QoS

▪ Réseau

- Mécanismes de QoS → Ingénierie de trafic → Contrôle de trafic

▪ e2e

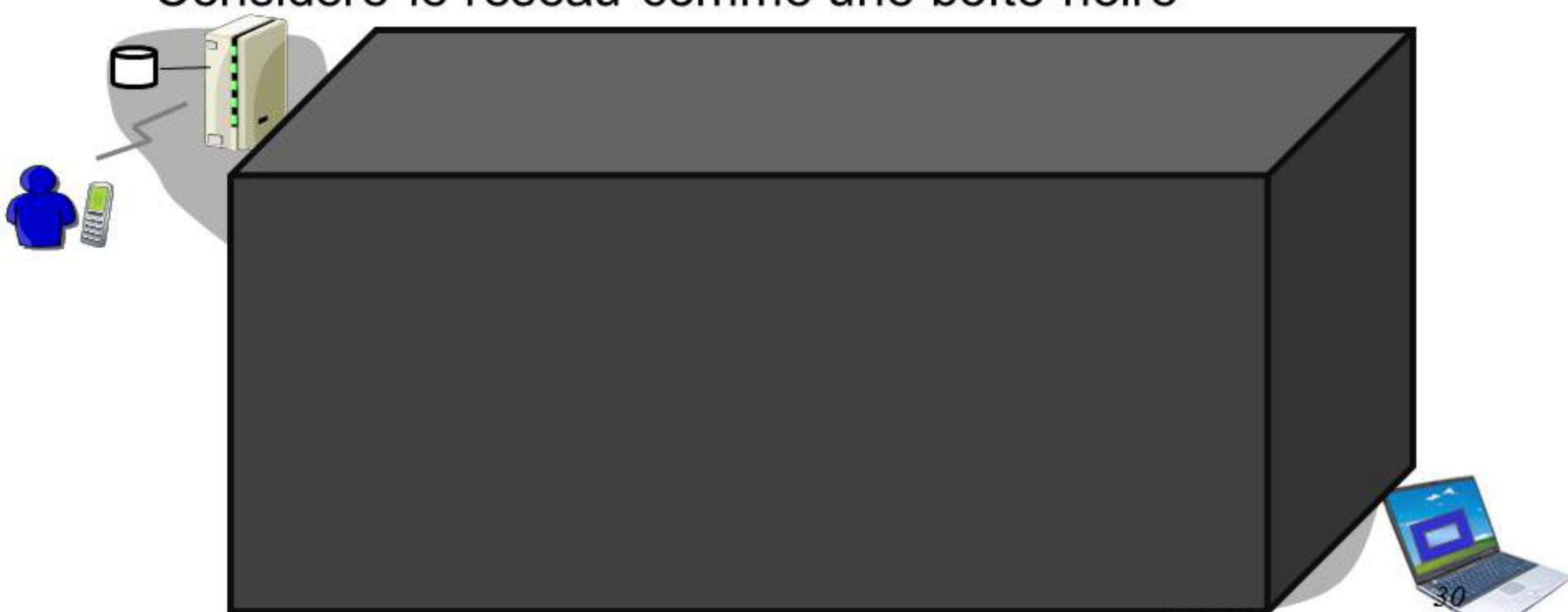
- Implanté au niveau de l'application ou au niveau transport



29

Support de QoS : e2e

- **Objectif** : Cacher/corriger les carences du service offert par le réseau
 - Pertes de paquets, déséquancement. Délais variable ($\text{gigue} > 0$). Délai supérieur au besoin de l'application. Bande passante résiduelle variable et inconnue.
- Considère le réseau comme une boîte noire



30

Support de QoS : Réseau

- Rappel : Paramètres de QoS
 - Gigue, perte, débit,
 - délai (non contrôlable e2e)
- Comment contrôler un délai de **bout-en-bout** d'un paquet/flot ?
 - La création de mécanismes d'amélioration (par exemple augmentation de bande passante) ou de priorités n'est pas suffisante
 - + paramétrage
 - + calcul, mesure et prédition des garanties
 - :