



**HAL**  
open science

# Systeme cyber-physique éducatif pour réaliser des Travaux Pratiques en comodalité synchrone

Laurent Gallon, Angel Abénia, Samia Bachir

## ► To cite this version:

Laurent Gallon, Angel Abénia, Samia Bachir. Systeme cyber-physique éducatif pour réaliser des Travaux Pratiques en comodalité synchrone. CNRIUT2022, ADIUT, Jun 2022, Roanne, France. hal-04231926

**HAL Id: hal-04231926**

**<https://hal.science/hal-04231926v1>**

Submitted on 7 Oct 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

---

# Système cyber-physique éducatif pour réaliser des Travaux Pratiques en comodalité synchrone

---

Laurent Gallon<sup>1</sup>    Angel Abénia<sup>1</sup>    Samia Bachir<sup>2</sup>

laurent.gallon@univ-pau.fr    angel.abenia@univ-pau.fr

<sup>1</sup> IUT des Pays de l'Adour – Université de Pau et des Pays de l'Adour  
Laboratoire d'Informatique de l'UPPA (LIUPPA), EA 3000

IUT de Laval - Le Mans Université  
Laboratoire d'informatique Le Mans Université (LIUM), EA 4023

**Thèmes**    *Informatique*

**Résumé.**    *Dans cet article, nous relatons l'expérimentation d'une comodalité (présentiel + distanciel synchrone) en travaux pratiques mise en œuvre à l'IUT Réseaux et Télécoms de Mont de Marsan lors de la crise COVID. Nous décrivons le système cyber-physique éducatif mis en place pour permettre la collaboration entre étudiants en présentiel et étudiants en distanciel. Puis nous comparons les résultats obtenus en termes de compétences avec ceux des promotions précédente et suivante, qui avaient pu réaliser leurs travaux pratiques en présentiel. Cette analyse montre que les étudiants en comodalité sont plus lents dans la réalisation des tâches en TP, mais que les compétences sont quant à elles bien acquises.*

**Mots-Clés** – *Système cyber-physique éducatif, bi-modalité pédagogique*

## 1 Introduction

L'Internet Of Everything (IoE) étend le concept de Internet des Objets (IoT), en considérant non seulement les objets connectés, mais aussi les humains, les services et les données [1]. Il est au cœur de mutations technologiques récentes, comme l'Industrie 4.0, l'agriculture 4.0, ... Nous nous intéressons ici à l'utilisation de l'IoE dans le domaine éducatif [2]. Plus précisément, nous faisons un retour d'expérience sur la conception d'un système cyber-physique éducatif (ECPS) dans le cadre de travaux pratiques (TP) de DUT Réseaux & Télécoms, pendant la crise du COVID-19, pour permettre à des étudiants à distance de réaliser ces TP en collaboration avec des étudiants en présentiel. Dans la suite de l'article, nous expliquons le choix de comodalité, l'architecture de l'ECPS dédié et sa mise en œuvre. Nous finissons par une analyse rapide des résultats obtenus.

## 2 Motivation du choix de comodalité

Lors de la première vague de la crise COVID-19, un confinement complet a été imposé à l'ensemble des étudiants et des enseignants. Les enseignements n'ont pas été suspendus, mais ont dû être réalisés en distanciel total. Une évaluation des solutions utilisées dans notre IUT pendant cette période a été présentée à CNRIUT 2021 [3]. L'après confinement a laissé place à une période de retour des étudiants et enseignants dans les locaux de l'Université, mais avec des jauges à respecter dans les salles : seule la moitié des groupes d'étudiants pouvaient être accueillie. Plusieurs solutions ont alors été envisagées pour permettre à tous de réaliser les TP : dédoublement des séances de TP (inconvenient : le nombre d'heures d'encadrement est dupliqué) ; accueil simultané des deux demi-groupes dans 2 salles différentes (inconvenients : duplication de matériels ; l'enseignant gère deux salles en même temps : qualité de l'encadrement dégradée), ...

En ce qui concerne le module de Téléphonie sur IP dont nous avons la responsabilité, nous avons choisi d'accueillir en présentiel la moitié de chaque groupe en salle de TP, et de demander à l'autre moitié d'être présent en distanciel synchrone (comodalité). A chaque nouvelle séance de TP, les deux demi-groupes changeaient de modalité. Ainsi, chaque étudiant a réalisé la moitié de ses TP en présentiel, et l'autre moitié en distanciel. Seule la séance de contrôle de TP a été réalisée en présentiel pour tous. Notre problématique a été de trouver une solution pour que les étudiants en distanciel puissent réaliser et participer le plus possible aux manipulations de TP, et ne pas être simples observateurs. Pour cela, nous avons mis au point un environnement connecté (ECPS) autorisant toutes les interactions entre les humains (étudiant-étudiant, étudiant-enseignant) et le maximum d'interactions avec les objets connectés de la salle de TP.

L'hypothèse que nous avons formulée était que cette solution technique allait permettre une immersion suffisante des étudiants en distanciel, pour leur permettre d'acquérir les compétences associées. Différents outils de notre université ont aussi été utilisés comme services : VPN, Moodle. Les données pédagogiques utiles étaient accessibles directement sur les matériels, ou sur le serveur Moodle. Ainsi, les 4 piliers de l'IoE ont été mobilisés dans cette solution. Il s'agit donc d'un exemple concret de l'Université 4.0, tel que décrit dans [2].

## 3 Architecture de l'ECPS dédié

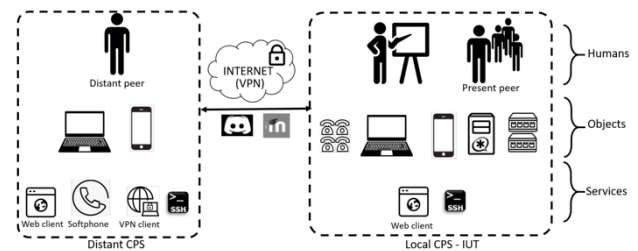


Figure 1 – Architecture de l'ECPS dédié aux TP

L'architecture matérielle qui a servi de support aux TP était constituée de serveurs téléphoniques (Asterisk sur serveurs Linux Ubuntu), de téléphones IP physiques (Aastra 55i, 57i et Grand Stream GVX), et d'un émulateur de réseau téléphonique public (Asterisk, complété par le logiciel A2billing pour gérer les droits d'accès au réseau public). Tous ces matériels étaient connectés au réseau local informatique de l'IUT.

La figure 1 détaille l'ECPS qui a été mis en place. Ce dernier devait remplir plusieurs objectifs :

1. Permettre aux étudiants en distanciel d'accéder au réseau de l'IUT : utilisation d'un accès VPN dédié.
2. Permettre à ces étudiants d'intervenir sur les matériels connectés de la salle de TP, c'est-à-dire sur les composants de l'architecture matérielle présentée ci-dessus : connexions ssh sur les serveurs, configurations par interfaces web sur les téléphones.
3. Déporter certains « matériels » dans l'environnement de travail des étudiants en distanciel (leur domicile) pour faciliter les manipulations : un téléphone logiciel (Liphone) a été utilisé par chaque étudiant en distanciel sur son ordinateur, pour pouvoir recevoir et passer un appel vers un autre poste téléphonique de la salle de TP depuis son domicile, comme s'il était en présentiel.
4. Autoriser les interactions étudiant-étudiant et étudiant-enseignant indispensables dans une activité de TP : utilisation d'un serveur Discord (service). Ces interactions étaient constituées d'échanges vocaux, textuels, de fichiers, de partages d'écrans, et de présentations par l'enseignant aux étudiants.
5. Centraliser les ressources pédagogiques nécessaires

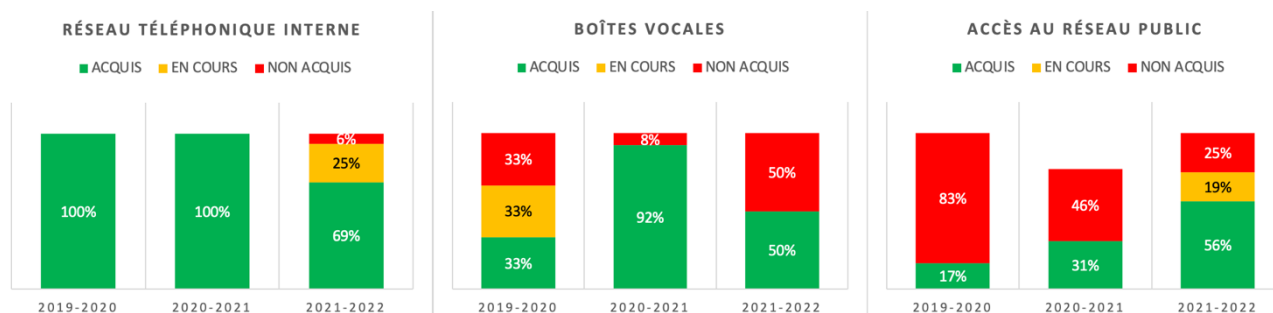


Figure 2 – Compétences évaluées lors du contrôle de TP

à la réalisation des TPs : utilisation du serveur Moodle de notre Université (sujets de TP, liste des adresses IP des matériels, ...).

#### 4 Mise en œuvre et adaptation pédagogique

Les étudiants ont réalisé ces TPs en binôme (un étudiant présentiel et un étudiant distanciel par binôme). 4 séances de TP ont eu lieu, avant le contrôle final. D'un point de vue pédagogique, nous avons dû faire des adaptations par rapport aux TPs d'avant la crise COVID-19. En effet, malgré l'utilisation de l'ECPS, les deux monômes n'avaient pas les mêmes capacités d'interaction avec les matériels. Par exemple, seuls les étudiants en présentiel pouvait faire le câblage du matériel. Aussi il a été nécessaire d'identifier, dans chaque TP, ce que chaque étudiant devait faire, c'est-à-dire préciser les manipulations à réaliser par les étudiants en présentiel, par les étudiants en distanciel, ou en commun.

Il faut noter que le contenu pédagogique et les attendus de ces TPs n'ont pas été modifié par rapport à ce qui se faisait au préalable en présentiel, mais les étudiants ont atteint un peu moins d'objectifs dans chaque TP (notamment les objectifs les plus évolués, de fin de TP), car ils étaient globalement un peu plus lents dans la réalisation des tâches demandées.

#### 5 Évaluation des compétences

Nous avons analysé les résultats obtenus par les étudiants en termes de compétences lors du contrôle de TP. Pendant ce contrôle, ils devaient configurer un système téléphonique répondant à un cahier des charges fourni par l'enseignant. La figure 2 montre les résultats pour les trois compétences majeures du module, à savoir (i) configurer un réseau téléphonique d'entreprise simple, (ii) mettre en œuvre un service de boîtes vocales, (iii) configurer l'accès au réseau public. Les résultats de cette promotion (2020-2021) par rapport à ceux obtenus par la promotion précédente, qui avait fait la totalité des TPs en présentiel, sont meilleurs. Si l'on compare avec la promotion suivante, qui a elle aussi réalisé tous les TPs en présentiel, les résultats sont cette fois moins bons. Nous

estimons que cette différence entre les 3 promotions est essentiellement due au niveau intrinsèque de chaque promotion : en 2019-2020, seuls 17% des étudiants ont validé toutes les compétences ; ils étaient 31% en 2020-2021, et 50% en 2021-2022. La comodalité semble ne pas avoir eu d'impact majeur sur les apprentissages de base.

Notez cependant qu'en 2021-2022, l'écart-type dans les résultats des étudiants est très grand (seule année où la première compétence n'est pas validée par tout le monde). Les phases successives de (semi)confinement subits par cette promotion pendant 2 ans ont largement impacté leurs compétences transversales de TP (câblage des matériels, configurations de base, ...), et leur capacité de concentration. Ils sont plus « lents », et moins persévérants, surtout les étudiants en difficulté (fossé plus grand avec la tête de la promotion). Nous pensons que cet effet négatif peut aussi apparaître en comodalité, si le nombre de TPs en présentiel n'est pas suffisant.

#### 6 Conclusions

Dans cet article, nous relatons une expérience en comodalité pour la réalisation de TP pendant la crise COVID. Nous montrons que même si les étudiants vont moins vite en TP, les apprentissages ne sont pas impactés, à condition d'avoir suffisamment de TPs en présentiel pour acquérir les compétences pratiques transversales. De futures expérimentations sont envisagées, pour confirmer ces premiers résultats encourageants.

#### Références

- [1] Miraz MH., Maaruf A., Excell PS., and Picking R. *A review on internet of things (iot), internet of everything (ioe) and internet of nano things (iont)*. In 2015 Internet Technologies and Applications (ITA), pages 219-224.
- [2] Bachir S. - *Towards University 4.0 : A Model Driven Engineering Method to Design Educational Cyber Physical Systems* – PhD thesis, jan. 5th 2022.
- [3] Bachir S., Gallon S., Abenia A., Anioré P., Lubon V.– *Enseignement à Distance en Situation d'Urgence : Retour d'Expériences du Premier Confinement*. CNRIUT 2021, june 4-5 2021