



**HAL**  
open science

## Le Cartable Distant : une plateforme dédiée aux enseignements pratiques à distance, un outil pour l'hybridation des formations technologiques

Bruno Darracq, Bastien Vincke, Sergio Rodriguez, Pascal Aubert

### ► To cite this version:

Bruno Darracq, Bastien Vincke, Sergio Rodriguez, Pascal Aubert. Le Cartable Distant : une plateforme dédiée aux enseignements pratiques à distance, un outil pour l'hybridation des formations technologiques. CNRIUT 2023 Saint Pierre - La Réunion, IUT de Saint Pierre, Jun 2023, Saint Pierre (La Réunion), La Réunion. hal-04326686

**HAL Id: hal-04326686**

**<https://hal.science/hal-04326686>**

Submitted on 6 Dec 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.

---

# Le Cartable Distant : une plateforme dédiée aux enseignements pratiques à distance, un outil pour l'hybridation des formations technologiques

---

Bruno Darracq<sup>1</sup> Bastien Vincke<sup>1,2</sup> Sergio Rodriguez<sup>1,2</sup> Pascal Aubert<sup>3</sup>

bruno.darracq@universite-paris-saclay.fr bastien.vincke@ sergio.rodriguez@ pascal.aubert@

<sup>1</sup> IUT, Orsay – Université Paris-Saclay

<sup>2</sup> Laboratoire SATIE, UMR CNRS – Université Paris-Saclay 8029

<sup>3</sup> Laboratoire C2N, UMR CNRS – Université Paris-Saclay 9001

**Thèmes** – Informatique – Instrumentation – Physique Appliquée

**Résumé** – *Le développement d'outils permettant d'effectuer des activités pratiques à distance ouvre le champ à des stratégies pédagogiques d'hybridation des formations technologiques favorisant la réussite des étudiants. Pour répondre à ce besoin d'hybridation, nous avons créé à l'IUT d'Orsay une plateforme technologique, le Cartable Distant, dédiée aux enseignements pratiques à distance en Physique Appliquée. Les architectures physiques et logicielles de cette plateforme ont été conçues pour pouvoir accéder facilement au matériel des travaux pratiques ainsi qu'aux ressources et services numériques accompagnant les activités pratiques. Pour rendre les activités distantes le plus proche possible de celles effectuées en présentiel, nous avons développé la télé-opération d'actions techniques, comme par exemple le télé-câblage de circuits électroniques présenté dans cet article. Un retour visuel sur les manipulations est assuré par un jeu de webcams. La plateforme offre de nombreux cas d'utilisation, listés dans cet article, et s'avère être un puissant complément aux activités présentiels. Elle peut également constituer un outil facilitant les collaborations entre équipes d'enseignement et/ou de recherche.*

**Mots-Clés** – travaux pratiques distants, télé-opération

# 1 Introduction

Durant la pandémie du COVID, l'essor de l'enseignement à distance s'est fortement accéléré dans le milieu universitaire, poussé par la nécessité d'assurer une continuité pédagogique, notamment lors des périodes de confinement. Les stratégies mises en œuvre par les établissements, ont consisté principalement à recycler des technologies informatiques issues des domaines industriels ou de la recherche, en les adaptant au contexte local.

Concernant les enseignements à caractère expérimental, de multiples outils ont émergés : TP simulés, TP numérisés, TP déportés ou TP distant [1][2]. Avec le retour de l'enseignement en présentiel, ces outils s'ancrent dans de nouveaux usages pédagogiques, qualifiés d'hybrides, mixant enseignements à distance et en présentiel. Pour répondre à ce besoin d'hybridation des formations technologiques, le département de Mesures Physiques de l'IUT d'Orsay a mis au point une plateforme (Cartable Distant) dédiée à l'enseignement des travaux pratiques à distance.

Dans les paragraphes qui suivent, nous détaillerons les architectures matérielle et logicielle du Cartable Distant (Sec. 2), montreront sur un exemple de TP Distant comment répondre à une problématique de télé-opération (Sec. 3) et expliciteront les cas d'usage de la plateforme (Sec. 4). Nous finirons par conclure et énoncer quelques perspectives (Sec. 5).

## 2 Plateforme Cartable Distant

### 2.1 Architecture matérielle

L'architecture matérielle est construite autour d'un réseau Ethernet local dédié (Fig. 1).

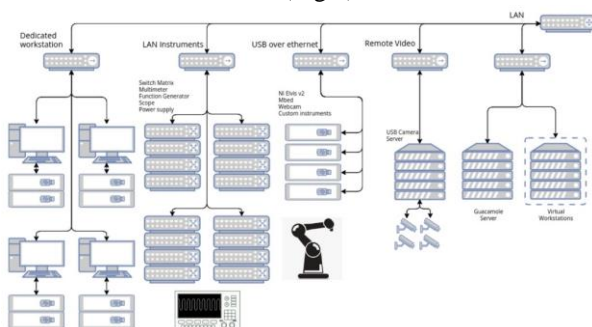


Figure 1 – Architecture matérielle du cartable distant.

Le cœur de ce réseau est constitué de 34 stations de travail, 18 machines physiques et 16 machines virtuelles accessibles à distance. Les équipements de TP (oscilloscopes, générateurs de fonctions, multimètres, alimentations...) sont connectés au réseau local soit via une liaison Ethernet (LXI), soit via une liaison USB à travers un switch USB/Ethernet.

De façon à pouvoir visualiser les TP, les utilisateurs accèdent à un serveur vidéo pouvant gérer une cinquantaine de webcams. Ce retour visuel est très important pour que l'utilisateur prenne bien conscience qu'il s'agit de TP réels et non simulés.

### 2.2 Architecture logicielle

L'architecture logicielle de la plateforme (Fig. 2) doit permettre aux utilisateurs d'accéder le plus simplement possible aux ressources physiques ainsi qu'aux services numériques qui accompagnent les activités pratiques.

L'accès aux ressources physiques est rendu possible grâce à un serveur Apache/Guacamole qui permet aux utilisateurs de se connecter à l'une des 34 stations de travail en utilisant leur compte universitaire. Notons que les utilisateurs y retrouvent le même environnement de travail qu'à l'IUT. Le serveur Guacamole offre aussi une fonctionnalité de partage de session qui permet à plusieurs utilisateurs de travailler dans la même session. Cette fonctionnalité facilite le travail en groupe (par ex. en binôme) et rend aussi possible l'intervention de l'enseignant pour aider les étudiants à distance.

Les services numériques sont intégrés à un serveur Moodle. On y retrouve notamment une classe virtuelle (BigBlueButton) dont l'utilisation combinée à Guacamole permet de reconstituer virtuellement un environnement de travail assez proche de la salle de TP.

Pour guider les utilisateurs dans l'utilisation de la plateforme, nous avons rassemblé l'ensemble des informations utiles dans un Wiki [3].



Figure 2 – Architecture logicielle du cartable distant.

## 3 Exemple de TP Distant en électronique

Pour réaliser une activité pratique, il est nécessaire d'interagir avec le matériel. Par exemple, si l'on souhaite mettre au point un montage électronique, il faut réaliser un circuit en câblant des composants entre eux. Pour effectuer ces opérations de télé-câblage, nous avons conçu une matrice de 512 relais structurée en 16 lignes et 32 colonnes, contrôlable par liaison Ethernet ou USB (Fig. 3).

Comme illustré sur l'interface logicielle du TP (Fig. 4), les composants électroniques (résistances, condensateurs, diodes, AOP) sont connectés aux colonnes de la matrice et les instruments aux lignes de sorte que l'activation à

distance d'un jeu de relais permet la réalisation d'un montage électronique instrumenté. L'interface un mode de câblage manuel où tous les relais peuvent être activés par l'utilisateur et un mode de câblage automatique permettant de télécharger un montage prédéfini.



Figure 3 – Matrice de relais pour les TP d'électronique.

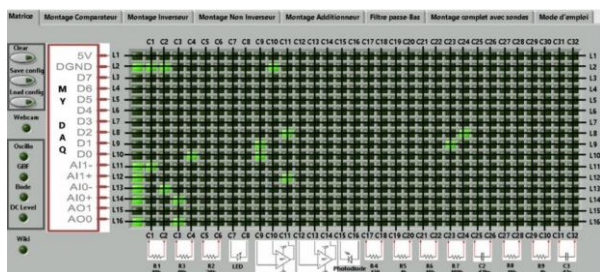


Figure 4 – Interface logicielle d'un TP d'électronique. Exemple de télé-câblage d'un montage.

La prise de contrôle des instruments pour générer des signaux et réaliser des mesures s'effectue en se connectant au serveur de face-avant intégré aux instruments. Notons que ces faces-avant virtuelles reproduisent de façon souvent très réaliste les vraies faces-avant des instruments (Fig. 5.).



Figure 5 – Face-avant virtuelle (gauche) et réelle (droite) d'un oscilloscope.

De façon plus générale, d'autres types de téléopérations peuvent être nécessaires pour que l'activité pratique distante conserve une valeur ajoutée sur le plan pédagogique (comparativement aux autres approches mentionnées en introduction). Le Cartable Distant propose par exemple des solutions pour télé-déplacer des objets en utilisant des axes ou des bras articulés motorisés. Enfin, la télé-opération est aussi une façon d'assurer la sécurité du matériel en interdisant les manipulations risquant de dégrader le matériel.

## 4 Cas d'utilisation du Cartable Distant

La plateforme a été conçue pour permettre une multitude de cas d'utilisation. La table 1 en donne une liste non-exhaustive répondant à des besoins pédagogiques très diverses.

	Formateur	Apprenant
Accéder à ses documents de travail	✓	✓
Utiliser de logiciels métier (sans avoir à les installer sur sa machine)	✓	✓
Refaire un TP ou une partie d'un TP	✓	✓
Faire un TP malgré un handicap	✓	✓
Réviser pour les partiels de TP	✓	✓
Faire des expériences en cours magistral ou en travaux dirigés	✓	
Former les nouveaux collègues ou les industriels	✓	
Partager les ressources (ex. collab. Internationales, réseau IUT,...)	✓	

Table 1 – Cas d'utilisation du cartable distant

Depuis que la plateforme est pleinement opérationnelle (début 2022), nous avons recensé (via les logs du serveur Guacamole) une vingtaine de connexions quotidiennes et une durée moyenne de 30 minutes par connexion. La plupart de ces connexions ont lieu durant la nuit ou le week-end, ce qui confirme la complémentarité de la plateforme avec l'enseignement en présentiel.

Les enquêtes auprès des étudiants du BUT Mesures Physiques indiquent une utilisation de la plateforme dans un large éventail de matières : électronique, acoustique, mécanique, matériaux, informatique, DAO...

## 5 Conclusions et perspectives

Le Cartable Distant est aujourd'hui un outil pleinement intégré au cursus des étudiants et formateurs du BUT Mesures Physiques. Une dissémination de la plateforme à l'échelle de l'Université Paris-Saclay est envisagée via la mise en place de formations à destination de tous les enseignants de l'Université. Le concept de cartable distant peut être aussi transposé à des plateformes de laboratoires de recherche pour faciliter le transfert de connaissances.

Parallèlement, des développements techniques sont prévus pour mieux superviser l'allocation des ressources matérielles ainsi que les activités pédagogiques distantes.

## 6 Remerciements

Nous remercions pour leur soutien financier : l'IUT d'Orsay, l'Ecole Universitaire Paris-Saclay via le projet « Hycare » (20-NCU-0014), et le réseau Polytech via le projet AVOSTTI.

Ce travail doit aussi beaucoup au soutien de nos collègues du service informatique de l'IUT, Benoît Tonnerre et Olivier Guilleminot.

## Références

- [1] <https://www.ripostecreativepedagogique.xyz/?TPHybrides>
- [2] Vincke, B., Darracq, B., Rodriguez, S., Reynaud, R., Tonnerre, B. : Cartable Distant : Un environnement numérique complet pour l'enseignement pratique à distance. In : La Revue 3EI, no. 100, pp. 1-6 (2020)
- [3] <https://webapps.iut-orsay.fr/cartable-distant>