

HOBIT

Hybrid Optical Bench for Innovative Teaching

Un dispositif hybride optique/numérique pour la transformation des pratiques pédagogiques

Bruno Bousquet
Vincent Casamayou
Jean-Paul Guillet
Martin Hachet
Lionel Canioni

université
de BORDEAUX

Inria

Contexte : des freins aux apprentissages en Physique

Concepts abstraits

Communication : vocabulaire, outils mathématiques

Représentations graphiques, relation courbe / phénomènes physiques

Temps de formation

Dans le cas particulier de l'Optique...

Longueur d'onde, fréquence, cohérence, phase, polarisation...

Nombres complexes, vecteurs et matrices, déphasage...

Schémas de montages optiques, plan d'incidence, champ électrique dans un espace 3D + temps...

-> Travaux pratiques : assembler, régler et observer/mesurer pour apprendre

1. Le dispositif technique
2. Les usages pédagogiques
3. La version numérique

Définition du besoin

Simulateur réaliste, robuste et temps réel pour:

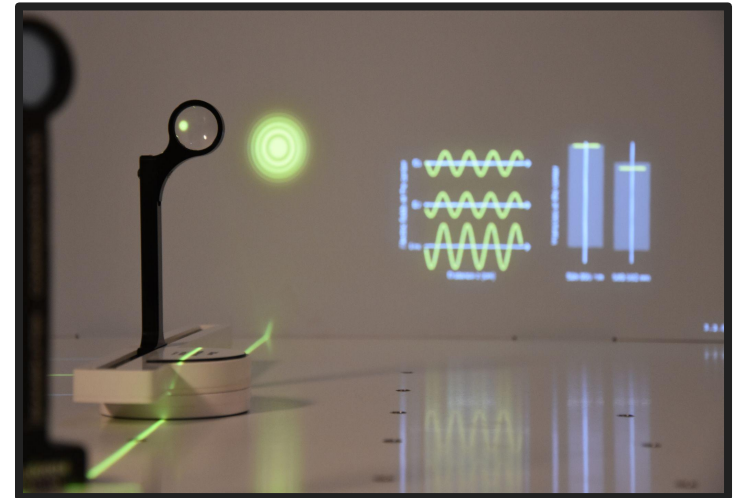
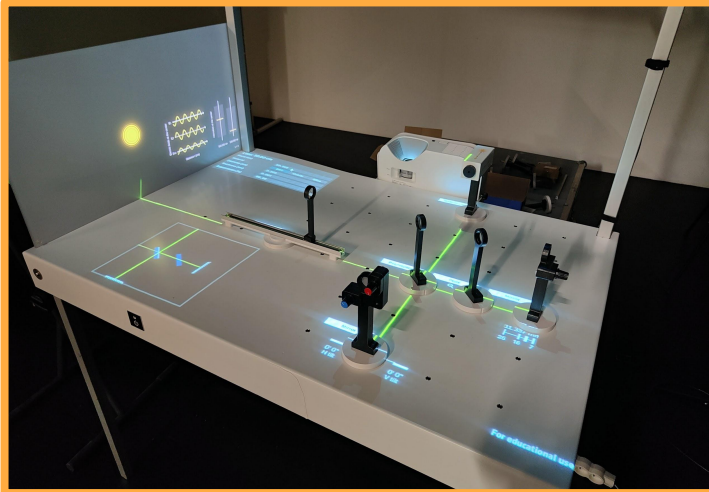
- Assembler des montages optiques en partant de zéro
- Ajuster/régler les composants mécaniques manuellement/automatiquement
- Observer/mesurer les phénomènes et les signaux optiques

Plus qu'un simulateur, un dispositif de soutien pédagogique

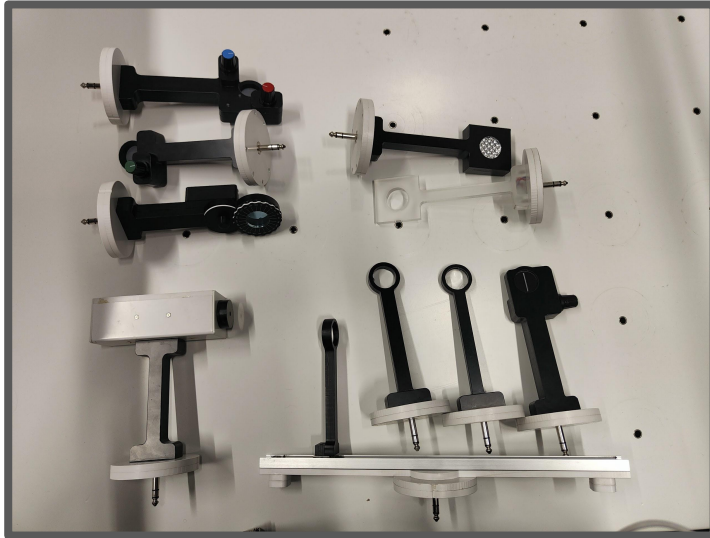
- Afficher/modifier les caractéristiques des composants (sources, optiques, détecteurs)
- Afficher des aides pédagogiques : schémas, courbes, valeurs pour les composants et les phénomènes optiques
- Enregistrer des signaux, les représenter en fonction du paramètre ajusté

Solution développée

- Table technique équipée de prises de branchement pour les composants
- Vidéoprojecteurs // projections sur plan
- Modèle numérique 3D temps réel - UNITY
 - modèle optique multicouches : rayons, ondes, électromagnétisme

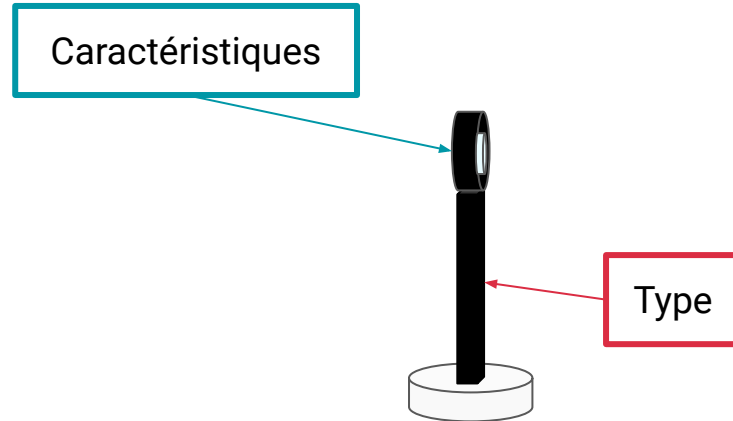


Solution développée

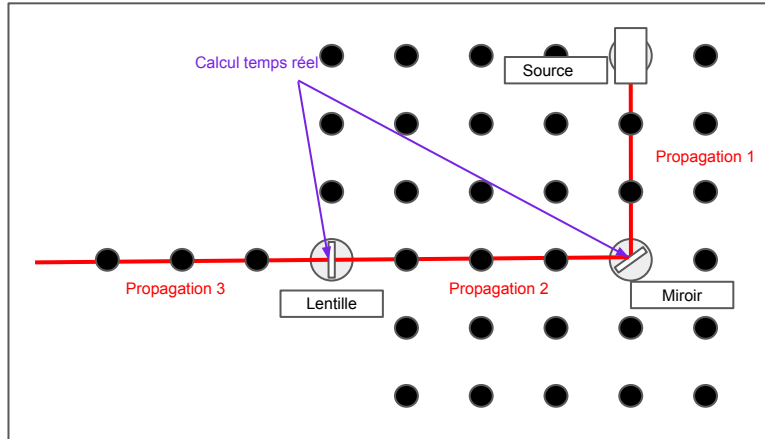


Elements optiques utilisables sur
Hobit

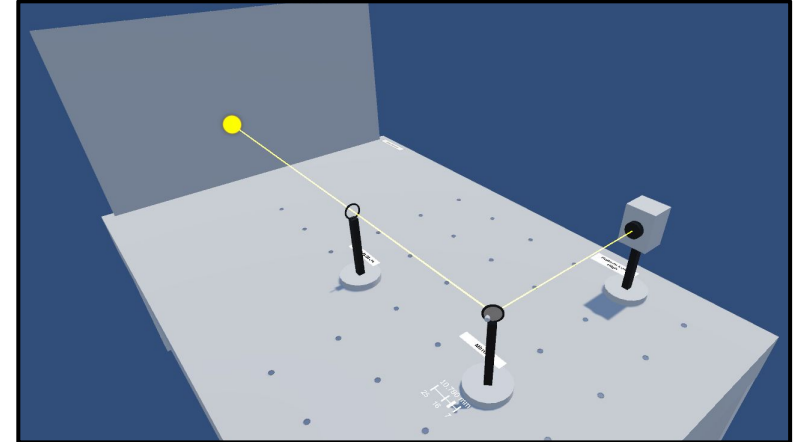
Les Éléments sont entièrement
re-paramétrables



Exemple de calcul auto-adaptatif



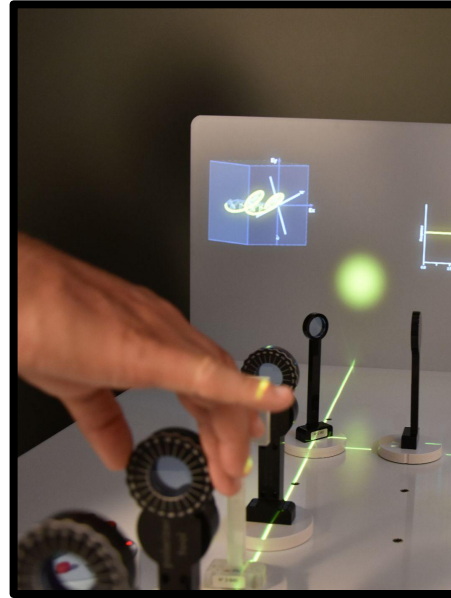
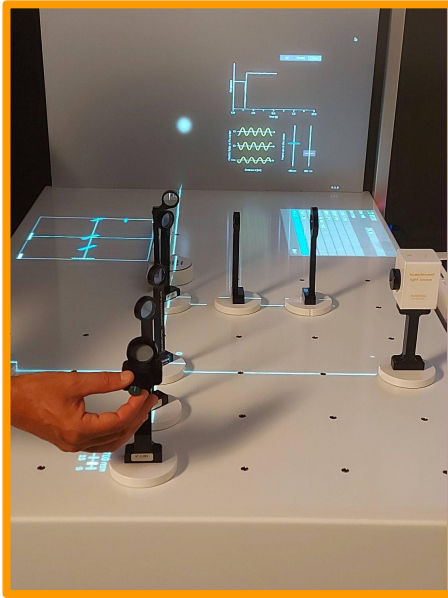
Vue de dessus du montage optique



Modèle numérique 3D associé

- 1: le rayon lumineux part de la source jusqu'à son impact sur un miroir plan
- 2: le rayon repart du miroir (loi de Descartes) et se propage jusqu'à la lentille
- 3: le rayon transmis par la lentille se propage jusqu'à l'écran

Réglages et augmentations

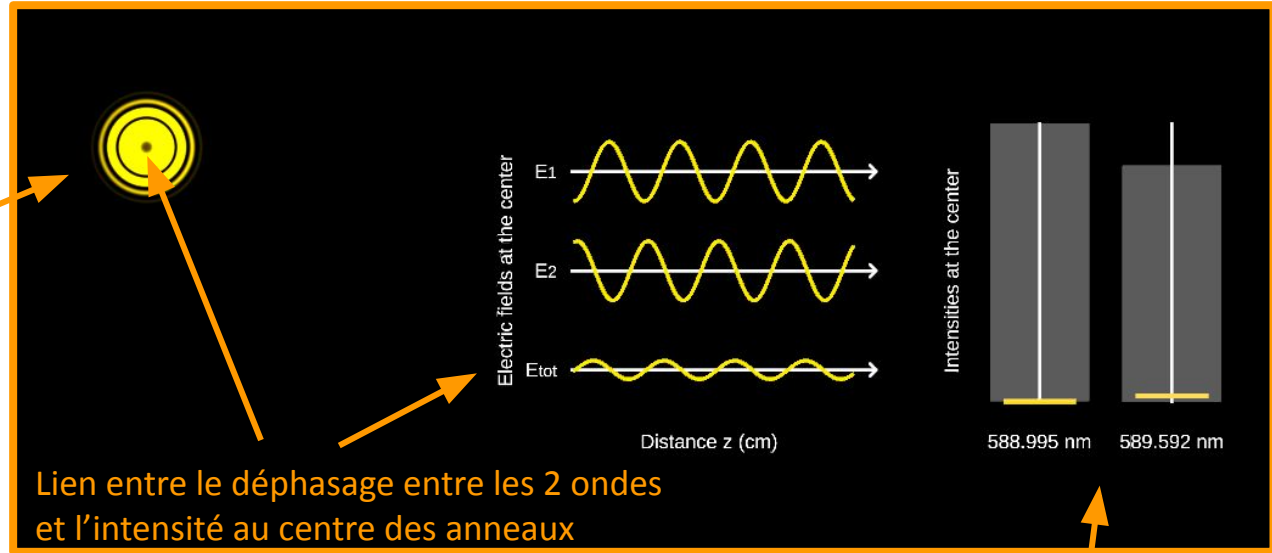


Réglages automatiques via un contrôleur universel

Montage et optique et réglages manuels

Exemple d'aide pédagogique

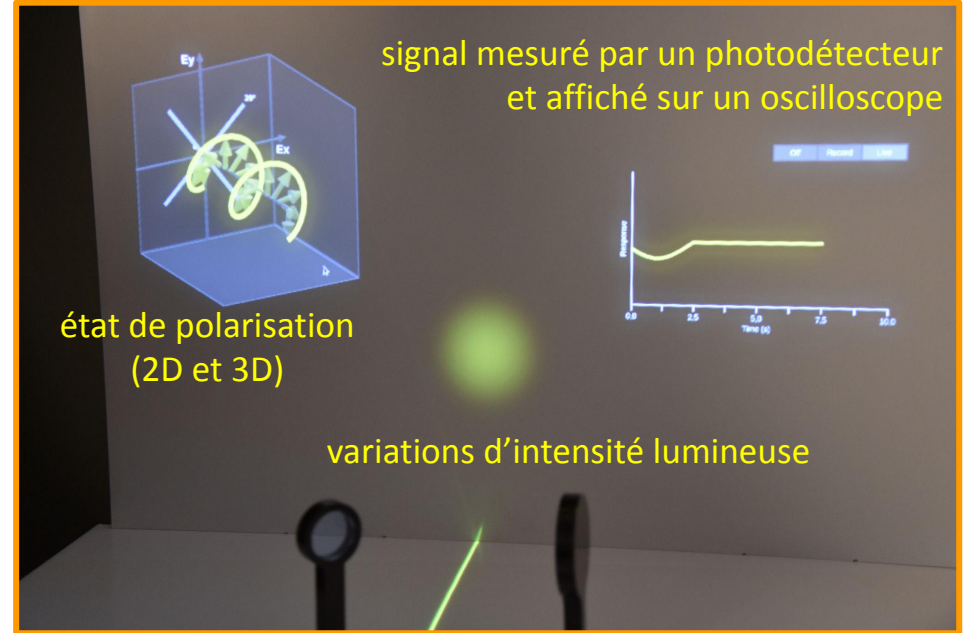
Anneaux observés en sortie d'un interféromètre de Michelson



Lien entre le déphasage entre les 2 ondes et l'intensité au centre des anneaux

Lien entre pertes de contraste des anneaux et le doublet de la lampe sodium

Exemple d'aide pédagogique – suite



Accessoire donnant l'état de polarisation
- *n'existe pas dans la réalité*

Tous les signaux et aides pédagogiques
sont mis à jour en temps réel.

1. Le dispositif technique
2. Les usages pédagogiques
3. La version numérique

En amont des travaux pratiques classiques

- Démonstrations par l'enseignant
- Préparation aux TP (travail collaboratif, tuteuré)

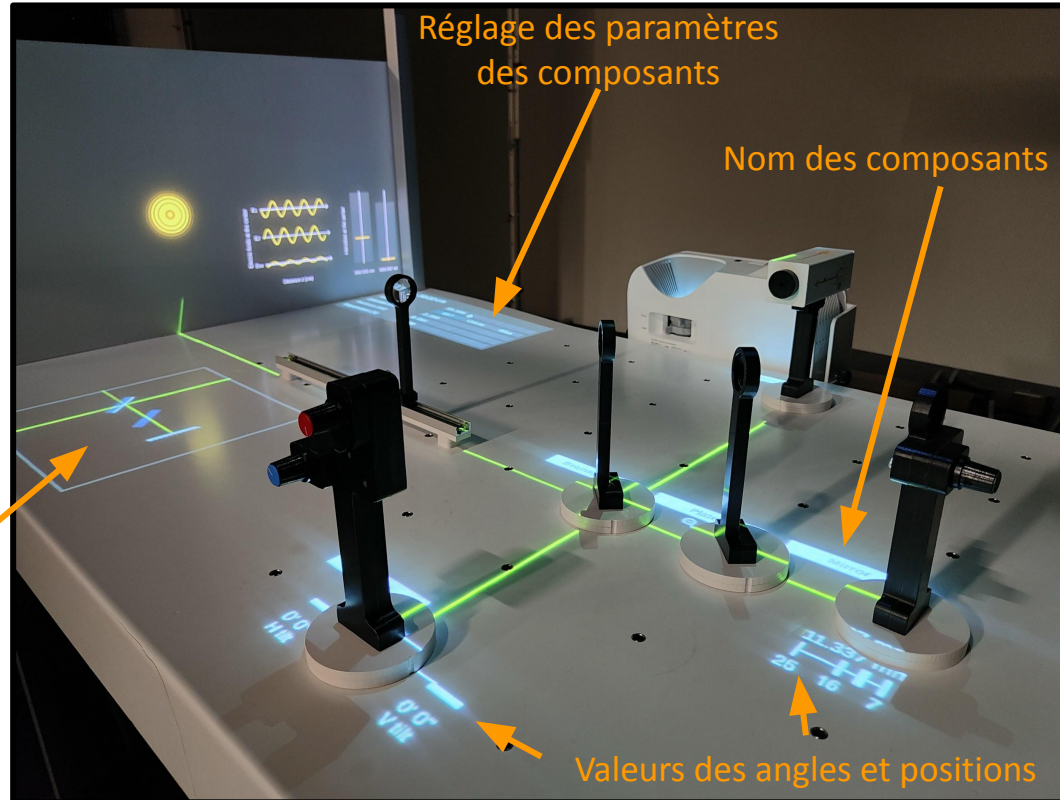
Au cours des travaux pratiques classiques

- Cycles essais/erreurs entre Hobit et expériences classiques

En aval des travaux pratiques classiques

- Vérification/renforcement des acquis : montages, réglages, mesures, interprétations
- Autonomie

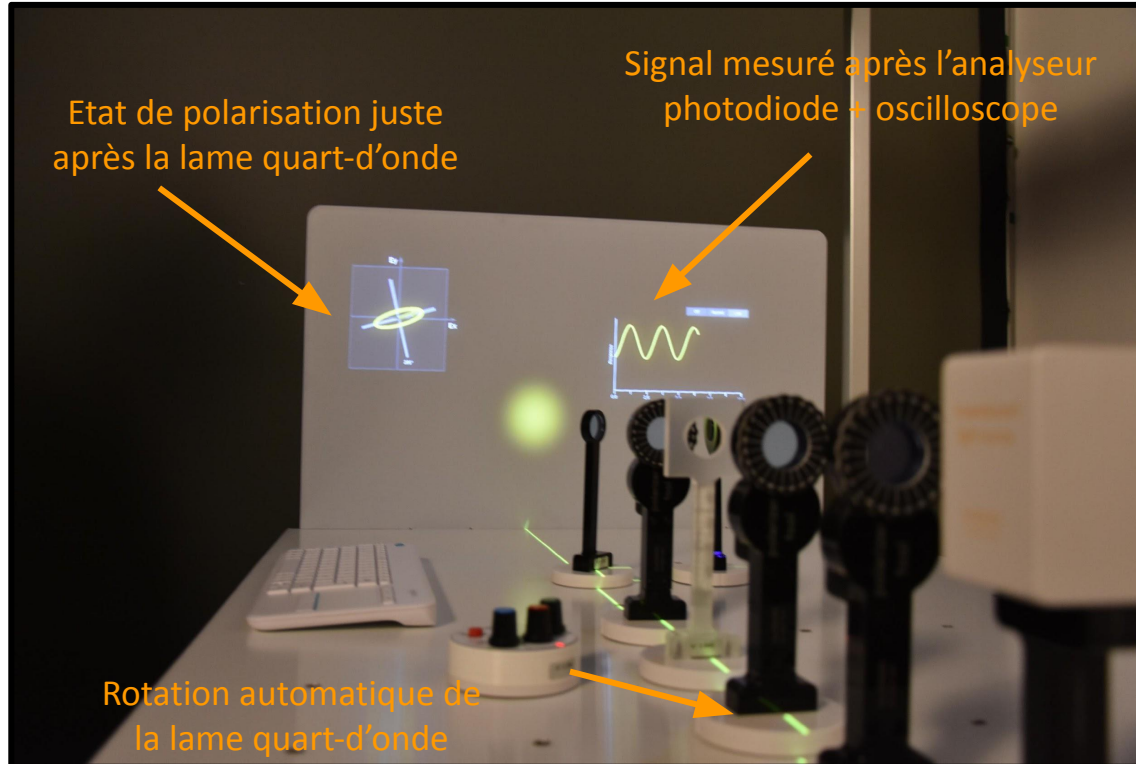
Exemple n°1 : interféromètre de Michelson



Modifications de :

- Source lumineuse
- Matériaux
- Épaisseurs
- Distance focale
- Résolution translation
- Polarisation
- Détecteur
- Contrôle automatique

Exemple n°2 : contrôle et analyse de polarisation



Modifications de :

- Source lumineuse
- Matériaux
- Épaisseurs
- Biréfringence
- Polarisation
- Détecteur
- Contrôle automatique

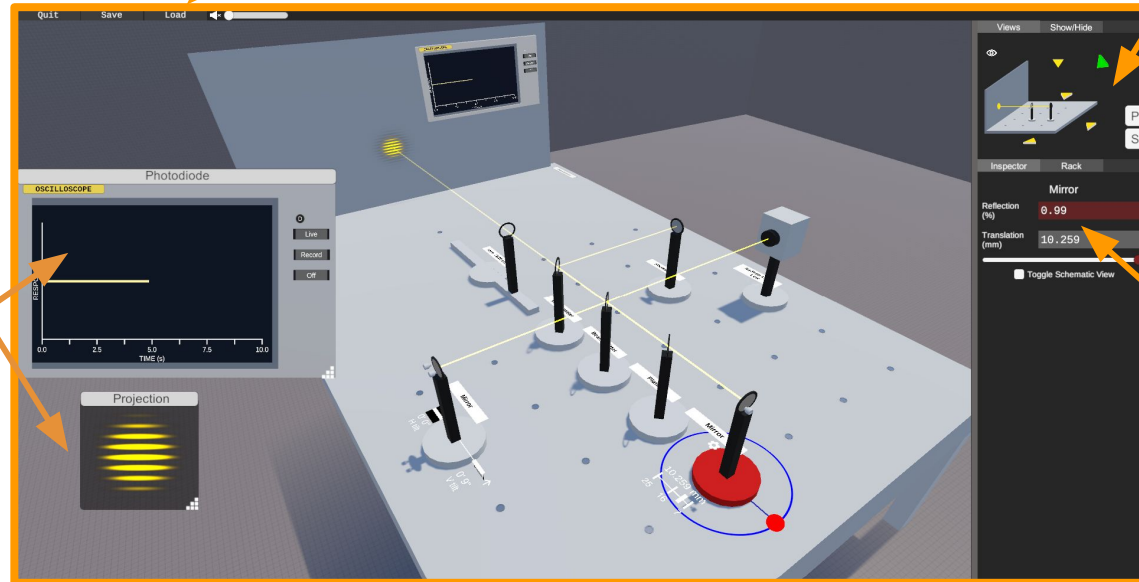
1. Le dispositif technique
2. Les usages pédagogiques
3. La version numérique

- Logiciel SHIRE

Sauvegarde de configurations
Ouverture des configurations sauvegardées

Angles
d'observation variés
+ vue schématique

Fenêtres
redimensionnables
et déplaçables



Accès aux
composants
+
Sélection des
paramètres

- Logiciel SHIRE – suite

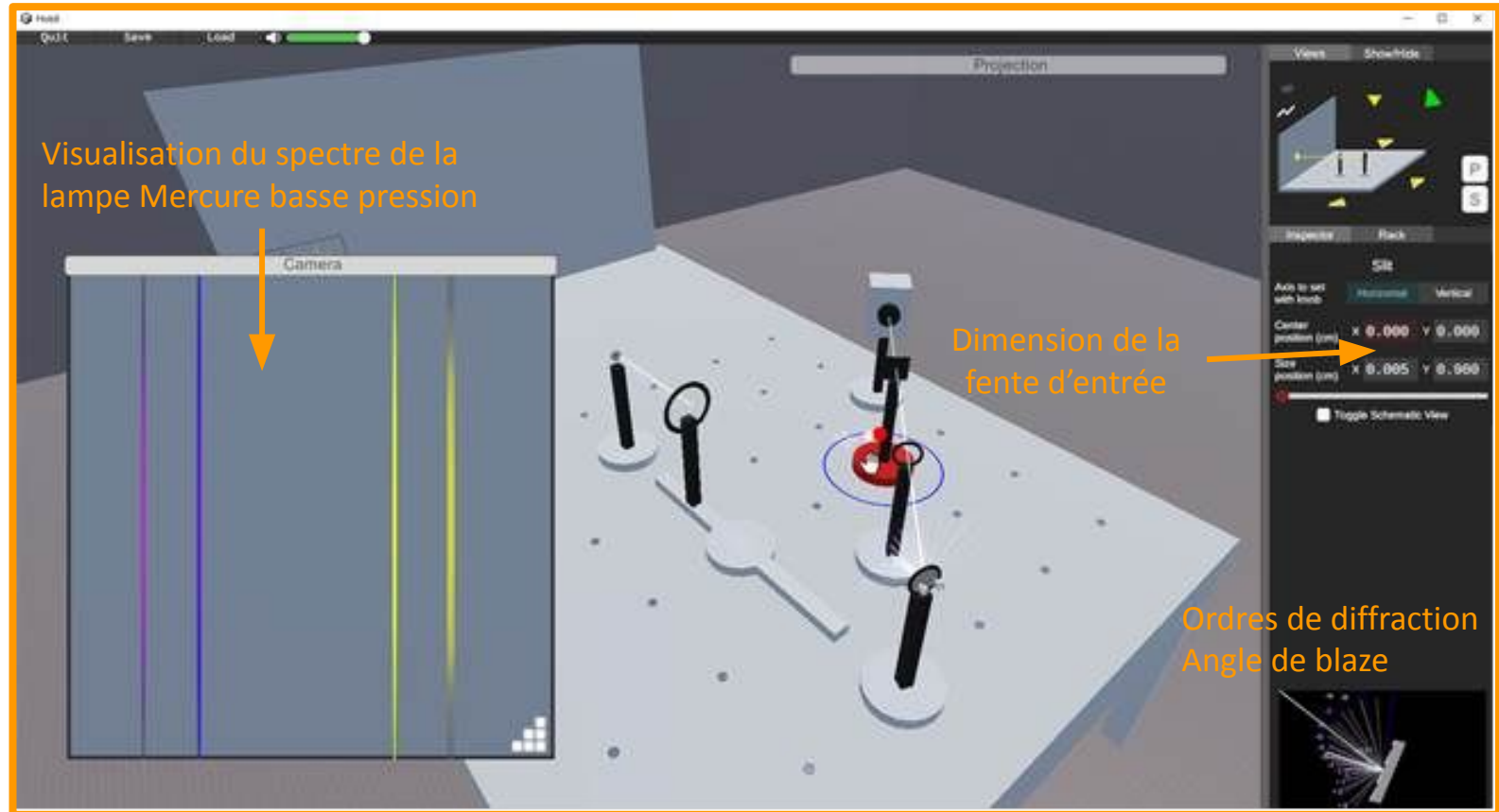


Table Hobit

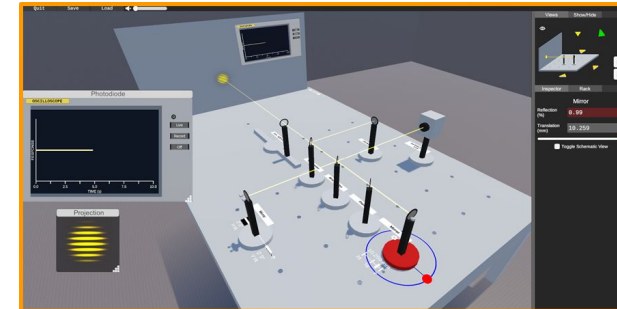


→
Transferts de fichiers

PC/Mac : Logiciel Shire



Interactions entre
plusieurs ordinateurs



Collaborations asynchrones



Ordinateur 1

Sessions multi-joueurs



Ordinateur 2

Collaborations synchrones
en cours de développement

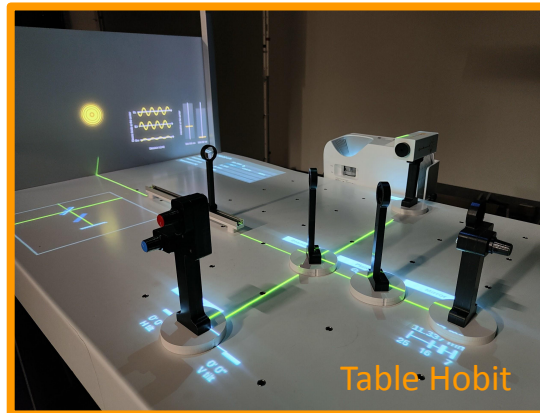


Table Hobit

Conclusion

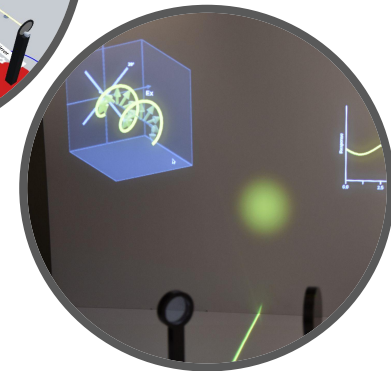
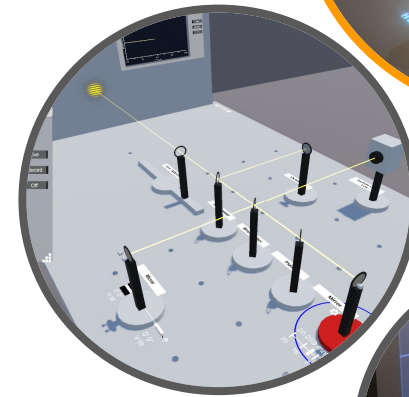
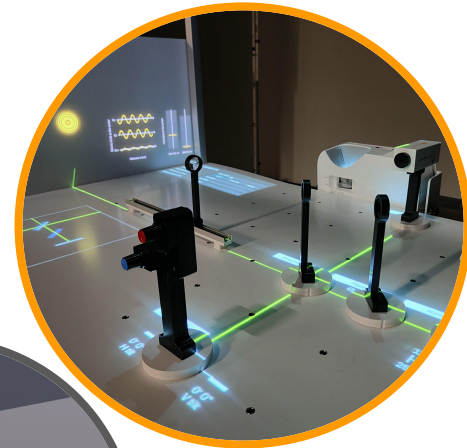
- Hobit est exploité depuis 2015 à l'IUT de Bordeaux cours-TP et projets
- Réseau pédagogique depuis 2022

Directions futures

pour différentes filières et à différents niveaux

- Analyse des usages de la table Hobit et du logiciel Shire
- Scénarisation, gamification
- Analyse des usages synchrones / asynchrones
- Développement de nouveaux composants optiques et de nouvelles augmentations

- Vers l'optique quantique : thèse à l'université de Bordeaux

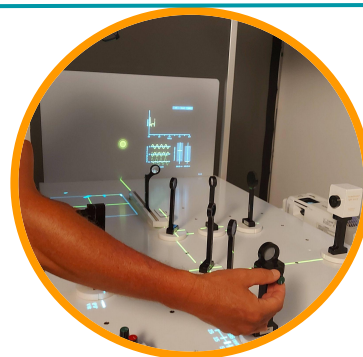


Merci pour votre attention !

Bruno Bousquet - Vincent Casamayou - Jean-Paul Guillet -
Martin Hachet - Lionel Canioni

Contacts

vincent.casamayou@inria.fr
bruno.bousquet@u-bordeaux.fr



Article sur HOBIT dans le "Reflats de la
Physique" n°73 Juillet 2022



Vidéo de présentation de HOBIT sur la
chaîne Youtube de l'Inria