

Étude d'une Photodiode

Analyse, caractérisation et mesure de l'intensité lumineuse

Présenté par · Antonin BARO

Licence Sciences de l'Ingénieur renforcée — L1

Encadrant : Hervé BARTHELEMY · IM2NP, Université de Toulon

Plan & Objectifs

Plan

① Principe & structure de la photodiode

② Méthodologie — montage de mesure

③ État d'avancement & résultats

④ Difficultés rencontrées

⑤ Conclusion & perspectives

Objectif central

Étudier la photodiode comme capteur d'intensité lumineuse : de la théorie à la mesure expérimentale.

Comprendre

Principe P-N, effet photoélectrique, photocourant

Caractériser

Courbes I-V, sensibilité S, courant d'obscurité

Mesurer

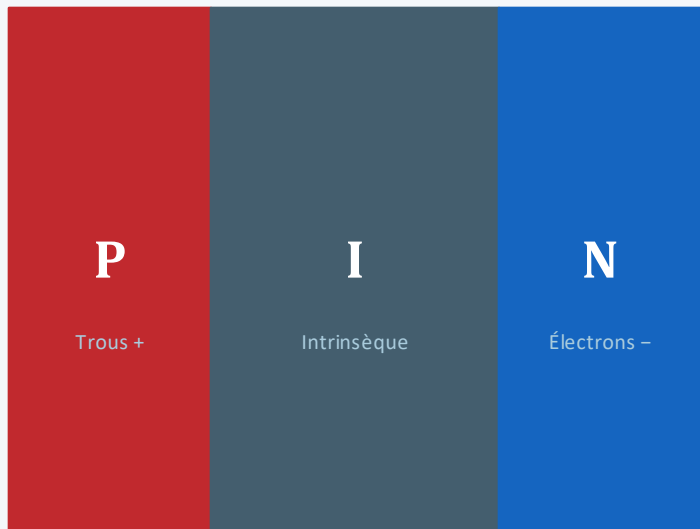
Montage expérimental, loi d'Ohm

Valider

Comparer mesures et modèle $I = S \times E \times A$

La photodiode — principe de fonctionnement

Définition : composant semi-conducteur à jonction P-N convertissant la lumière en courant électrique par **effet photoélectrique interne**. →



$I_{ph} \rightarrow$

⚡ Photon → électron

Chaque photon d'énergie $E = h\nu$ arrache un électron de la bande de valence vers la bande de conduction.



Courant photogénéré

Le photocourant I_{ph} est proportionnel au flux lumineux — relation linéaire sur plusieurs décades.

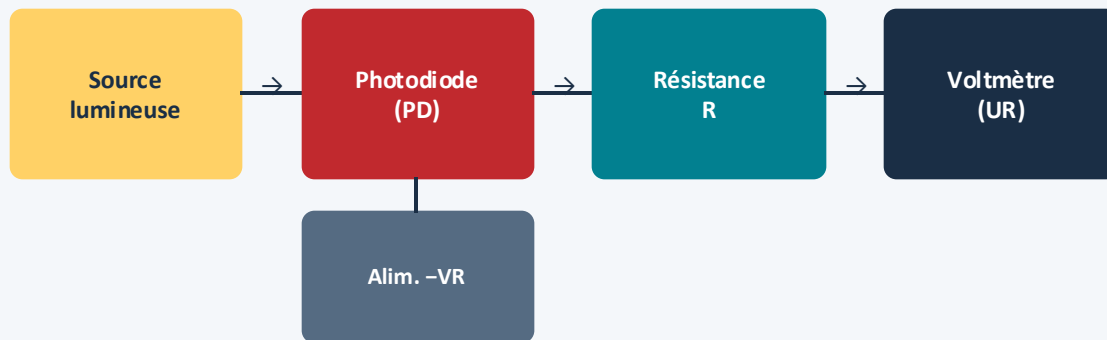


Loi fondamentale

$I_{ph} = S \times E \times A$ (S : sensibilité en A/W, E : éclairement en W/m², A : surface active en m²)

Montage expérimental & protocole

Schéma de principe du montage (mode photoconducteur)

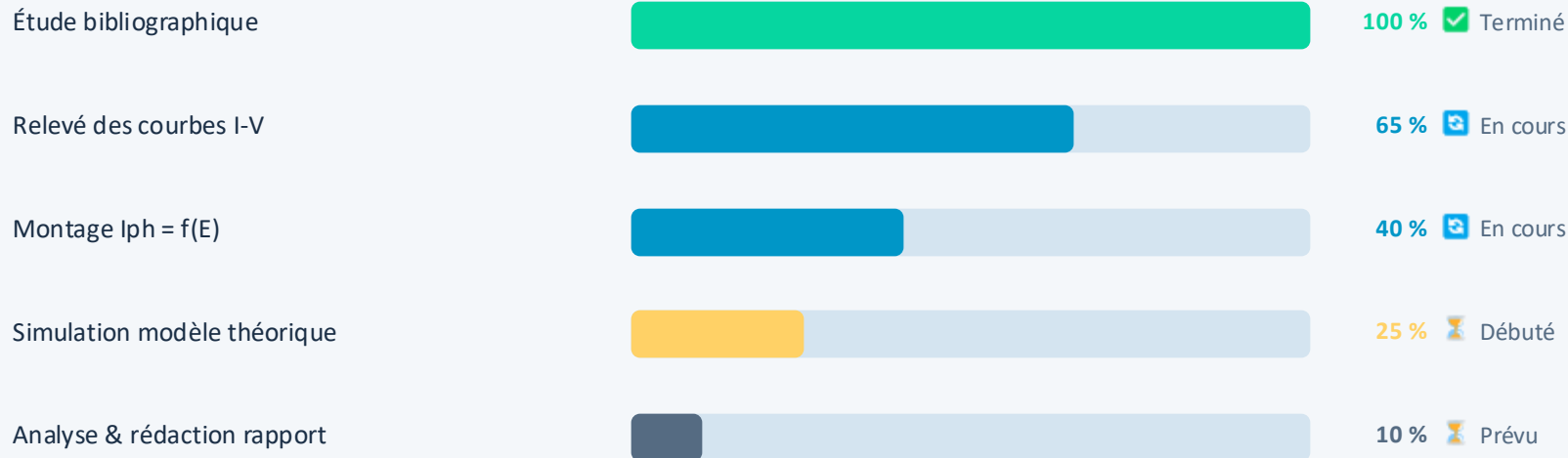


$$I_{ph} = U_R / R \quad \text{mesure indirecte du photocourant}$$

Protocole expérimental (6 étapes)

- 1 Obscurité totale → mesurer I_{dark}
- 2 Varier d de 5 à 50 cm (10 pas)
- 3 Relever U_R pour chaque position
- 4 Calculer $I_{ph} = U_R / R$
- 5 Tracer $I_{ph} = f(1/d^2)$
- 6 Identifier S par régression

État d'avancement



● Linéarité vérifiée

$I_{ph} \propto E$ sur 100–5000 lux ($r^2 \approx 0,999$)

● $S \approx 0,45$ mA/klux

Valeur préliminaire, à affiner

● $I_{dark} \approx 2$ nA

Mesuré en chambre noire

Difficultés rencontrées

Isolation lumineuse

⚠ Sources parasites (salle, écrans) perturbent la mesure car la photodiode est très sensible.

✓ Travail en chambre noire + blindage optique autour du montage.

Courant d'obscurité Idark

⚠ Offset résiduel en l'absence de lumière fausse les faibles mesures.

✓ Mesure de Idark avant chaque série, soustraction systématique.

Précision des distances

⚠ L'incertitude sur d impacte directement la loi en $1/d^2$.

✓ Banc optique gradué + 3 répétitions par point de mesure.

Bruit électronique

⚠ Courants μA : bruit de câblage et de contact perturbent UR.

✓ Câbles coaxiaux blindés, résistance adaptée, voltmètre haute impédance.

Synthèse & suite du travail

✓ Objectifs réalisés

✓ Bibliographie & principe physique maîtrisés

✓ Jonction P-N, loi $I_{ph} = S \times E \times A$ comprises

✓ Premiers relevés I-V — linéarité confirmée

✓ Montage de mesure opérationnel

► Perspectives & planning

Sem. 1-2 Finaliser la campagne de mesures

Sem. 3 Simulation Python / LTSpice

Sem. 4 Comparaison mesures / théorie

Sem. 5 Rapport final + soutenance

Références

Toute source non personnelle est citée avec auteur, titre, année et éditeur / DOI.

[1] **Ouvrage** Neamen, D.A. (2011). Microelectronics: Circuit Analysis and Design, 4e éd. McGraw-Hill.

[2] **Ouvrage** Saleh, B.E.A. & Teich, M.C. (2007). Fundamentals of Photonics, 2e éd. Wiley.

[3] **Ouvrage** Sze, S.M. & Ng, K.K. (2006). Physics of Semiconductor Devices, 3e éd. Wiley.

[4] **Fiche tech.** Hamamatsu Photonics (2022). Photodiode Technical Guide. [En ligne].

[5] **Cours** BARTHELEMY H., IM2NP, Université de Toulon — cours et TD associés au projet.