



CentraleSupélec

| Quantum Engineering >

Les ingénieurs au service des technologies quantiques



CentraleSupélec

CentraleSupélec



CentraleSupélec

université
PARIS-SACLAY

- ▶ Création 2013
- ▶ Un seul cursus pour les élèves diplômés en 2021
- ▶ Membre fondateur de l'Université Paris-Saclay
- ▶ 3 000 élèves ingénieurs
- ▶ Deux premières années généralistes
- ▶ 23 mentions de sortie dont Quantum Engineering



CentraleSupélec

Contexte

▶ Plans quantiques, d'ici 5 à 10 ans :

- 2 milliards € dont moitié apportés par les entreprises
- 5.000 nouveaux talents
- 16.000 emplois
- 2 % des exportations

▶ **QUANTUM @Paris-Saclay** : centre pour les sciences et technologies quantiques



CentraleSupélec

Apports de l'ingénierie quantique

- ▶ **Une première révolution quantique, vous vivez dedans.** Elle s'est développée sur la découverte que la matière se comporte également comme une onde et ses applications ont massivement envahi notre quotidien.
 - Les diodes électroluminescentes : éclairage écologique et à bas coût,
 - Les transistors : processeurs des ordinateurs,
 - Les lasers : imagerie, détection, véhicules autonomes
 - Les GPS : localisation, transport

- ▶ **La deuxième débute, c'est celle dont on parle actuellement.** Elle repose sur les propriétés d'intrication et de superposition qui permettent d'atteindre des performances inimaginables avec des systèmes classiques, on parle de « suprématie quantique ».
 - Ordinateur : optimisation, finance, traitement de données
 - Capteurs : imagerie médicale, génie civil, prospection de matières premières
 - Communication : cryptographie, sécurisation des transactions, souveraineté
 - Technologies habilitantes : logiciel, cryogénie, circuits RF, logiciel, sources, matériaux

Premier secteur technologique dont le développement intègre dès son origine les questions énergétiques et environnementales.



CentraleSupélec

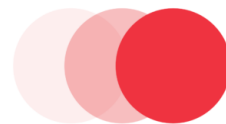
Ils
interviennent
dans la
mention

C12



DGA
DIRECTION
GÉNÉRALE
DE L'ARMEMENT

IBM



MULTIVERSE
COMPUTING



Atos

iXblue

THALES





CentraleSupélec

Mécènes



THALES



Atos





CentraleSupélec

Généralités

▶ Un triple profil

- Ingénieur généraliste
- Physicien généraliste
- Pertinent dans les technologies quantiques

▶ Effectif 2023-2024 : 33 élèves

- 25 élèves CentraleSupélec
- 7 élèves autres Écoles Centrale
- 1 Double Diplôme

▶ Organisation de l'année :

- 50 % de tronc commun (dont 30 % TP), orientée physique de la matière
- 25 % électifs
- 25 % projet



CentraleSupélec

Organisation de l'année

de l'élève au professionnel



Vous donner un socle commun et vous remettre à niveau

- ⊕ apports théoriques : matière, rayonnement, systèmes hors équilibres

Vous procurer les outils pour traiter vos projets futurs

- ⊕ méthodes numériques, prototypage en Fab Lab

Vous faire découvrir les métiers et les enjeux de la physique en 2024

- ⊕ visites de sites, conférences

Commencer à se spécialiser ou à s'ouvrir

- ⊕ un premier électif



CentraleSupélec

Organisation de l'année

de l'élève au professionnel



Séquence 9 (168 h)

Fondamentaux (60 h)

Matière condensée (18 h)

Interaction rayonnement-matière
(18 h)

Physique statistique hors équilibre
(21 h)

Méthodologie (54 h)

Modélisation et simulation
numérique (27 h)

Prototypage Fab Lab (27 h)

Électif 1
(27 h)

Enjeux et métiers
du génie physique
(27 h)



CentraleSupélec

Organisation de l'année

de l'élève au professionnel



Applications aux technologies quantiques

- ⊕ celles de la 1^e révolution : lasers, optique quantique, semi-conducteurs
- ⊕ celles de la 2^e révolution : pour être au plus proche du concret, on abordera trois technologies du plan quantique national (la cryptographie, l'ordinateur et les capteurs ultimes) à travers des études de cas.
- ⊕ mise en applications des notions abordées en TP

De la mention vers le stage

- ⊕ début du projet

Continuer à se spécialiser ou à s'ouvrir

- ⊕ un deuxième électif



CentraleSupélec

Organisation de l'année

de l'élève au professionnel



Séquence 10 (168 h)

Divers évènements, réunions (3 h)

Électif 2
(27 h)

1^e Révolution Quantique

Optique
Quantique
(15 h)

Semi-
conducteurs
(15 h)

Expérimentation de systèmes quantiques
(24 h)

2^e Révolution Quantique

Technologies quantiques :
communication, calcul et capteurs
(27 h)

Projet
(57 h)



CentraleSupélec

Organisation de l'année

de l'élève au professionnel



Finir de se spécialiser ou de s'ouvrir

- ⊕ trois électifs

De la mention vers le stage

- ⊕ fin du projet

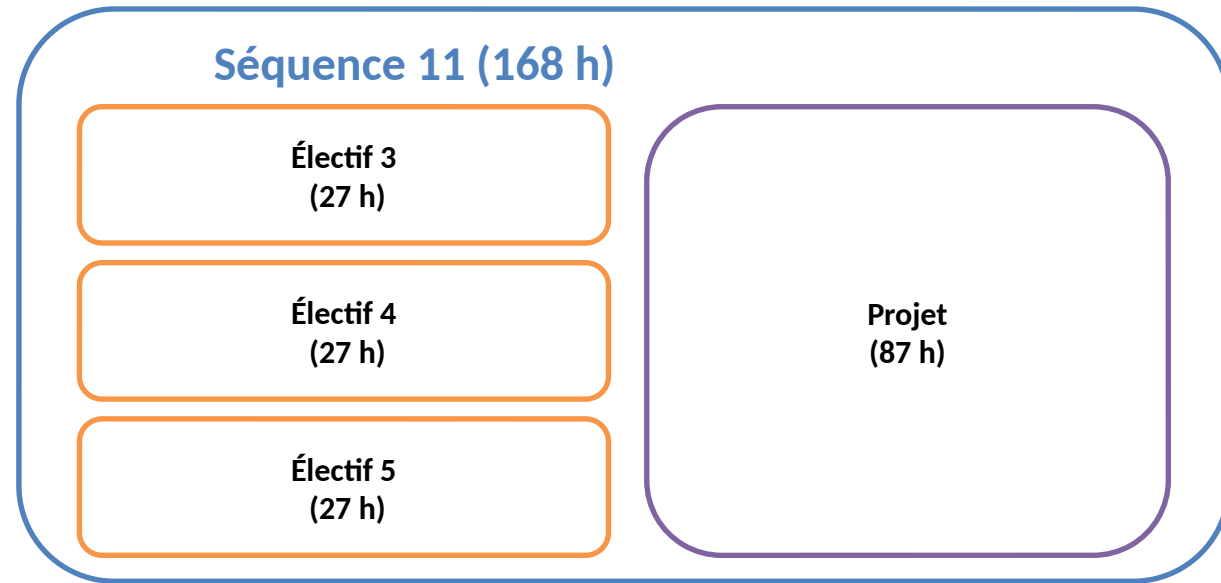




CentraleSupélec

Organisation de l'année

de l'élève au professionnel





Électifs et projet

Les électifs et le projet représentent chacun environ 25 % de la formation, ils sont donc particulièrement structurants. Ainsi, plus de la moitié du temps de la mention QTE repose sur vos choix personnels.

Les électifs, il faudra en choisir cinq parmi :

Matériaux fonctionnels et intelligents*

Magnétisme et supraconductivité

Lumière et chaleur à basse échelle

Simulation quantique des matériaux*

Programmation quantique pour deep learning

Milieus hors équilibre, plasmas

Des étoiles aux planètes

Particules et cosmologie

Théorie quantique des champs

Topics in mathematics of physics

**évolutions prévues pour 2023-2024*

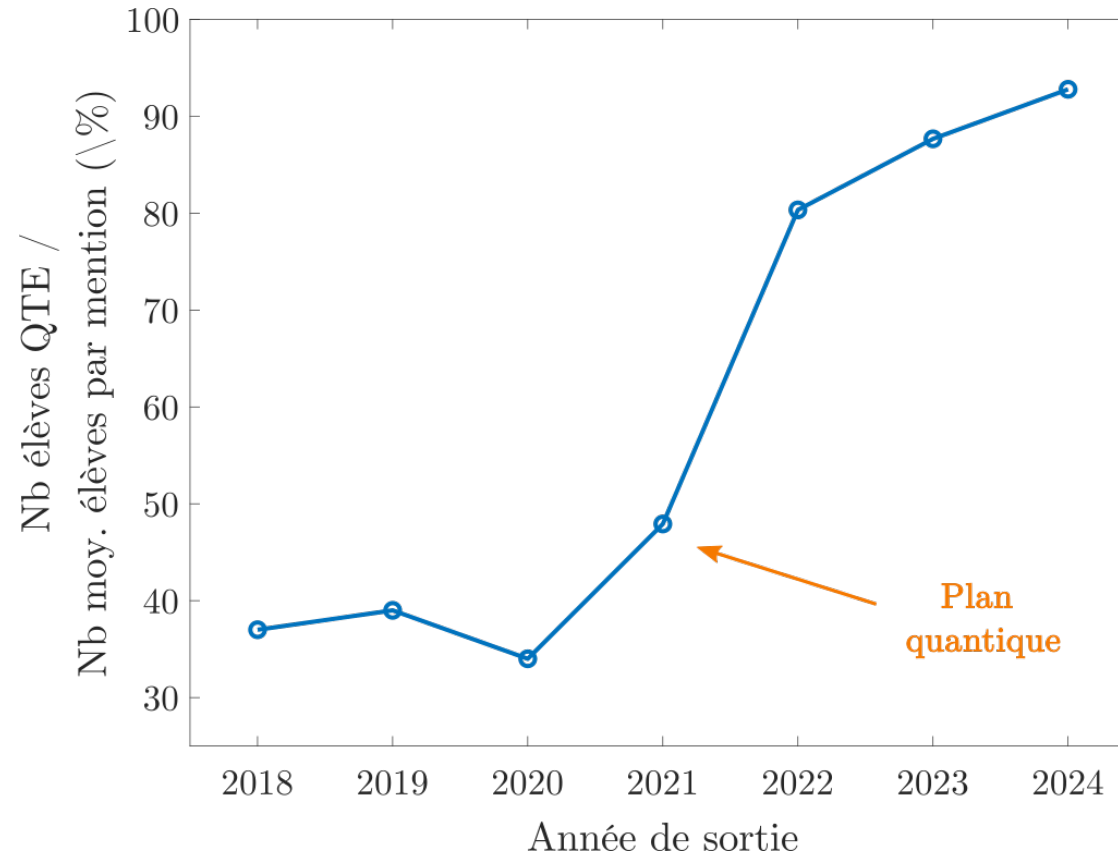
Le projet

- ➔ D'une durée équivalente à un mois et demi de travail à temps plein, dans cette mention, le projet se déroule à raison d'une à deux journées consécutives par semaine. Vous vous consacrerez, seul ou en binôme, à une étude concrète approfondie d'une véritable problématique physique dans un laboratoire de l'École ou chez ses partenaires. Il est l'occasion de s'essayer à de nouvelles thématiques et de découvrir un nouvel environnement de travail afin d'affiner le choix de votre stage de fin d'études.



CentraleSupélec

Évolution des effectifs



« Le sujet de mon stage est-il en lien avec la mention que j'ai suivie ? » : **80 %**



CentraleSupélec

Double Diplôme M2

Des aménagements sont prévus afin de permettre aux élèves de valider les diplômes de M2 suivants, en plus de leur formation ingénieur :

- Quantum, Light, Materials and Nano-Sciences
- Physique des Plasmas

Des questions ?

thomas.antoni@centralesupelec.fr