

DELIBERATION
du conseil d'administration de l'Université de Bourgogne
Séance du 16 mai 2022

Délibération n° 2022 – 16/05/2022 – 12

Offre de formation 2022-2023

Master UBFC – Mention Physique fondamentale et applications

Création d'un nouveau parcours : parcours Master on Quantum Technologies and Engineering Erasmus Mundus - QuanTEEM - UFR Sciences et Techniques

- VU le code de l'éducation
- VU les statuts de l'Université de Bourgogne
- VU l'avis de la commission de la formation et de la vie universitaire (CFVU) rendu en sa séance du 3 mai 2022

Effectif statutaire : 32 Membres en exercice : 32 Quorum : 16 Membres présents : 9 Membres représentés : 7 Total : 16	Refus de vote : 0 Abstention(s) : 0 Suffrages exprimés : 16 Pour : 16 Contre : 0
--	---

Le conseil d'administration, après en avoir délibéré, **approuve pour le Master UBFC mention Physique fondamentale et applications, la création du parcours Master on Quantum Technologies and Engineering Erasmus Mundus - QuanTEEM - UFR Sciences et Techniques - rentrée 2022-2023 sous réserve de la validation du conseil d'administration d'UBFC.**

Dijon, le 17 mai 2022

Le Président de l'Université de Bourgogne


Vincent THOMAS

P.J. : Fiche filière Master

Délibération transmise à la rectrice de la région académique Bourgogne-Franche-Comté
Chancelière de l'Université de Bourgogne

Délibération publiée sur le site internet de l'établissement



Niveau :	MASTER					
Domaine :	Sciences, Technologies, Santé					
Mention :	Physique Fondamentale et Applications					
Parcours :	Erasmus Mundus Master on Quantum Technologies and Engineering - QuanTEEM					
Volume horaire étudiant M1 (60 ECTS) :	298 h	246 h	66 h	0 h	Oui	610 h
	cours magistraux	travaux dirigés	travaux pratiques	cours intégrés	stage ou projet	Total M1
Volume horaire étudiant M2 (60 ECTS) :	-	-	-	-	Oui	
	cours magistraux	travaux dirigés	travaux pratiques	cours intégrés	stage	
Formation dispensée en :	<input type="checkbox"/> français		<input checked="" type="checkbox"/> anglais			

Contacts :

Responsable de formation	Scolarité – secrétariat pédagogique
Stéphane Guérin Professeur ☎ 0380396045 sguerin@u-bourgogne.fr	Secrétariat du Département de Physique Marielle COUTAREL ☎ 0380395900 Marielle.coutarel@u-bourgogne.fr deppy@u-bourgogne.fr
Composante(s) de rattachement :	COMUE UBFC

Objectifs de la formation et débouchés :

■ Objectifs :

L'Erasmus Mundus Master on Quantum Technologies and Engineering (QuanTEEM) enseigné en anglais, offre une formation internationale structurée autour des compétences en technologies quantiques, incluant la photonique et les nanostructures, de trois universités européennes (UBFC/Université de Bourgogne (uB), Université de Kaiserslautern (KL, Allemagne), Université de Aarhus (AU, Danemark) et l'Institut de Physique et de Technologie de Moscou (MIPT) suivant le schéma de mobilité ci-dessous. Son objectif principal est une formation internationale de haut niveau par la recherche et l'insertion professionnelle dans les domaines universitaires et industriels pour les étudiants ayant des bases expérimentales et/ou théoriques solides en optique, photonique, lasers, quantique et nano-physique. Les spécialisations (Sp) proposées par les différents partenaires :

Sp. 1 : Photonics, nanophotonics, and enabling technologies (UBFC/uB)

Sp. 2 : Many-body quantum physics (TUK)

Sp. 3 : 2D quantum materials & nanostructures (MIPT)

Sp. 4 : Integrated quantum optics (TUK)

Sp. 5 : Platforms for QT (AU)

offrent de multiples possibilités de parcours. Chaque étudiant doit suivre au moins deux semestres d'étude (minimum 30 ECTS pour chaque semestre) dans deux pays différents du pays de résidence de l'étudiant au moment de son inscription.

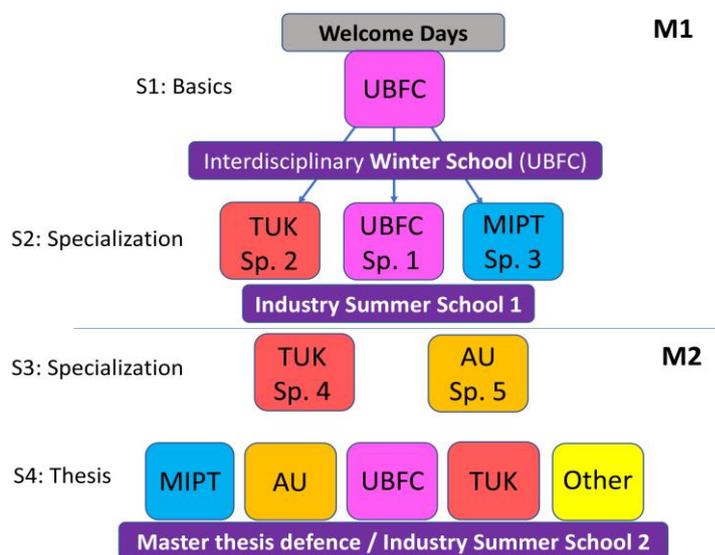


Schéma de mobilité du programme des deux années de master : première année M1 (semestres S1 & S2), et la seconde année M2 (semestres S3 & S4), montrant les spécialisations (Sp.).

M1

Le premier semestre se déroule à l'uB pour l'ensemble des étudiants. Les étudiants se répartissent au second semestre entre l'uB, KL et MIPT suivant les spécialisations Sp. 1 – Sp. 3. Les étudiants se répartissent au troisième semestre entre KL et AU suivant les spécialisations Sp. 4 – Sp. 5. Le quatrième semestre est intégralement dédié au stage de M2.

M2

Les compétences offertes à l'uB lors de la première année, et éventuellement du stage de M2, reposent sur la recherche d'excellence du laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) (<http://icb.u-bourgogne.fr/en/>) de l'Université de Bourgogne en physique quantique et photonique. Ces domaines incluant la physique quantique, la photonique, la nanophotonique, les lasers et technologies femtosecondes, sont abordés au moyen d'outils théoriques et de

technologies instrumentales les plus récents et les plus sophistiqués.

Après validation finale, l'étudiant obtient le diplôme de master de chacune des universités, uB, KL, AU et MIPT dans lequel il aura effectué au moins un semestre.

■ Débouchés du diplôme (métiers ou poursuite d'études) :

À l'issue de la formation dans le master QuanTEEM l'étudiant aura acquis des compétences théoriques et expérimentales qui lui permettront soit

- de poursuivre ses études par la préparation d'une thèse de Doctorat (avec comme support financier des bourses MENRT, CNRS, CEA, Région, contrats européens, ...), et accéder ensuite aux carrières académiques de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs, ou chercheur dans les laboratoires de recherche et développement de l'Industrie, à l'international.
- soit d'accéder au monde professionnel et postuler comme ingénieurs Recherche & Développement, ou à d'autres postes à responsabilités scientifiques et techniques, à l'international.

L'étudiant pourra bénéficier de la présence d'un fort réseau de partenaires académiques, nationaux et internationaux, ou industriels lui offrant des opportunités en termes de stages, de financements de thèses et recrutement.

■ Compétences acquises à l'issue de la formation :

Cette formation permet la compréhension approfondie de problèmes scientifiques et techniques dans le domaine des technologies quantiques et de développer les initiatives et les responsabilités.

Le diplômé du Master QuanTEEM aura une solide compétence en optique, photonique, physique quantique et technologies lasers et leur mise en œuvre de leurs applications dans le secteur des technologies quantiques en pleine croissance.

A noter que l'étudiant ayant suivi cette formation possèdera de nombreuses compétences transversales non thématiques (« soft skills ») acquises lors des cours et/ou stages pouvant être mises à profit dans des secteurs très variés hors du domaine de la physique.

Modalités d'accès à l'année de formation :

■ Sur sélection

Le parcours M1 QuanTEEM est exclusivement ouvert sur dossier pour les étudiants ayant obtenu une licence ou un bachelor d'un master de Physique ou Sciences Physiques ou d'un diplôme équivalent, de l'Université de Bourgogne Franche-Comté ou d'une autre université française ou étrangère. L'avis est donné après examen du dossier de candidature par la commission de validation des acquis constituée de la Commission Pédagogique.

Les étudiants étrangers qui ne disposent pas de l'un des diplômes français requis pour l'accès à la formation devront impérativement constituer un dossier de candidature auprès du service des Relations Internationales de l'UBFC (voir procédure, calendrier et date limite de dépôt de dossier sur la page <http://www.quanteem.eu/>).

Organisation et descriptif des études :

■ Tableau de répartition des enseignements et des contrôles de connaissances assortis

SEMESTRE 1

UE 1	discipline	L ¹	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/ PrE	Total coef
Solid-state physics and soft matter	1a : Solid-state physics	26	14		40	3	PaE	O	2	1	3
	1b : Soft matter	14	2	4	20	2	TE/PaE/PrE	O	1	1	2
TOTAL UE		40	16	4	60	5			3	2	5

¹ L : Lecture, E : Exercices, P : Practical, ECTS : *European Credits Transfer System*, TE : Terminal exam, PaE : Partial exam, PrE : Practical exam, O : Oral exam

UE 2	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Quantum physics	2a : Quantum Physics	24	10		34	3	PaE	O		3	3
	2b : Quantum optics	10	6		16	1,5	TE	O	1,5		1,5
	2c : Atomic & molecular physics	12	8		20	1,5	TE	O	1,5		1,5
TOTAL UE		46	24		70	6			3	3	6

UE 3	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Signal processing	3a : Signal analysis	12	20		32	2,5	PaE	O		2,5	2,5
	3b : Data acquisition	4	14		18	1,5	PaE	O		1,5	1,5
TOTAL UE		16	34		50	4				4	4

UE 4	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Quantum Technologies	4a : Quantum engineering and information	14	16	16	46	3,5	PaE / TE	O	2,5	1	3,5
	4b : Quantum control	10	4		14	1,5	TE	O	1,5		1,5
TOTAL UE		24	20	16	60	5			5		5

UE 5	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Numerical methods for Physics	Numerical methods for Physics	10	8	12	30	4	PaE /PrE	O		4	4
TOTAL UE		10	8	12	30	4				4	4

UE 6	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
French or English, soft skills, industry & Winter school	6a : French or English		20		20	1,5	PaE	O		1,5	1,5
	6b : Soft skills		15		15	1,5	PaE	O		1,5	1,5
	6c : Industry seminar	10		10	20	1,5	PaE	O		1,5	1,5
	6d : Interdisciplinary Winter School					1,5	PaE	O		1,5	1,5
TOTAL UE		10	35	10	55	6				6	6

TOTAL S1		146	137	42	325	30			11	19	30
-----------------	--	------------	------------	-----------	------------	-----------	--	--	-----------	-----------	-----------

SEMESTRE 2

UE7	discipline	CM	TD	TP	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef CT	Coef PaE/PrE	Total coef
Guided optics and Laser technologies	7a : Guided Optics	16	8	4	28	3	TE/PaE	O	2	1	3
	7b : Laser Applications	12			12	1	TE	O	1		1
TOTAL UE		28	8	4	40	4			3	1	4

UE 8	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Nonlinear optics	8a : Fundamentals of nonlinear optics	14	8		22	2	TE/PaE	O	1,5	0,5	2
	8b : Materials for nonlinear optics	12	6		18	2	PaE	O		2	2
TOTAL UE		26	14		40	4			1,5	2,5	4

UE 9	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Fiber Communications	Optical communications	22	8	10	40	4	TE/PaE/PrE	O	3	1	4
TOTAL UE		22	8	10	40	4			3	1	4

UE 10	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Nano-Optics	10a : Nanophotonics	18	6		24	2,5	PaE	O		2,5	2,5
	10b : Nanophysics – Plasmonics	14	2		16	1,5	TE	O	1,5		1,5
TOTAL UE		32	8		40	4			1,5	2,5	4

UE 11	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Micro Nano fabrication & Clean Room	Micro Nano fabrication & Clean Room	10	10	10	30	3	PrE	O		3	3
TOTAL UE		10	10	10	30	3				3	3

UE 12	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Lasers	12a : Fundamentals of laser	20	10		30	3	TE / PaE	O	2	1	3
	12b : Gaussian optics	14	6		20	2	TE / PaE	O	1	1	2
TOTAL UE		34	16		50	5			3	2	5

UE 13	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE	Total coef
Projects			45		45	6	PaE			6	6
TOTAL UE			45		45	6				6	6

TOTAL S2	152	109	24	285	30				12	18	30
-----------------	------------	------------	-----------	------------	-----------	--	--	--	-----------	-----------	-----------

TOTAL M1	298	246	66	610	60						60
-----------------	------------	------------	-----------	------------	-----------	--	--	--	--	--	-----------

SEMESTRE 4

UE 14	discipline	L	E	P	Total	ECTS	Type exam Session 1	Type exam Session 2	Coef TE	Coef PaE/PrE	Total coef
Research training in laboratory	Internship					30	PaE/O			30	30
TOTAL UE						30				30	30

TOTAL S4										30	30
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----------	-----------

■ Un étudiant pourra faire un stage d'une durée de 4 à 8 semaines durant les mois de Juillet-Août entre le M1 et le M2. Le Responsable du master informera de ce choix optionnel en début de S1 et précisera les modalités pour le suivre. Ce stage sera encadré par un enseignant de la spécialité et fera l'objet d'un rapport écrit et/ou d'une soutenance.



Modalités de contrôle des connaissances :

Les règles applicables aux études LMD sont précisées dans le Référentiel commun des études mis en ligne sur le site internet de l'Université

<http://www.u-bourgogne.fr/images/stories/odf/ODF-referentiel-etudes-lmd.pdf>

● **Sessions d'examen : Modalités des épreuves**

Les unités d'enseignement font l'objet d'un contrôle des aptitudes et des connaissances organisé sous la forme d'un examen terminal (écrit ou oral), et/ou d'un contrôle continu (qui inclut les notes de compte-rendus de travaux pratiques) et/ou d'un projet.

Le responsable de chaque UE décide des modalités particulières des épreuves (nombre, nature, durée) avant le début de l'année universitaire et informe les étudiants de toutes les modalités de contrôle, y compris les contrôles oraux, et en particulier des critères sur lesquels ils seront jugés.

Toutes les épreuves (contrôle continu, examen terminal écrit, examen oral) sont obligatoires. Toute absence à une épreuve d'une UE doit être justifiée de manière immédiate. En cas d'absence à une épreuve d'une UE, le candidat peut être déclaré défaillant. Aucun calcul de note n'est alors effectué pour cette UE et aucune compensation ne peut intervenir, la session 2 est donc obligatoire. Dans le cas d'une absence à une épreuve de contrôle continu, l'enseignement responsable de l'UE pour laquelle l'étudiant était absent au contrôle aura l'appréciation du mode d'évaluation et la note zéro pourra éventuellement être attribuée.

Session 2 semestres 1 et 2 : La note de la session 2 remplace celles des épreuves de la session 1.

L'évaluation de l'Anglais est basée sur le principe du Contrôle Continu Intégral (CCI) : il n'y a donc pas d'examen. Toutefois une épreuve de 2ème session est organisée pour les étudiants qui le souhaitent, et ses résultats remplacent ceux du CCI de 1ère session. Pour les étudiants qui ne passent pas cette épreuve, la note de 1° session est reportée en 2° session.

● **Règles de validation et de capitalisation : Principes généraux**

COMPENSATION : Une compensation s'effectue au niveau de chaque semestre. La note semestrielle est calculée à partir de la moyenne des notes des unités d'enseignements du semestre affectées des coefficients. Le semestre est validé si la moyenne générale des notes des UE pondérées par les coefficients est supérieure ou égale à 10 sur 20.

CAPITALISATION : Chaque unité d'enseignement est affectée d'une valeur en crédits européens (ECTS). Une UE est validée et capitalisable, c'est-à-dire définitivement acquise lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne pondérée supérieure ou égale à 10 sur 20 par compensation entre chaque matière de l'UE. Chaque UE validée permet à l'étudiant d'acquérir les crédits européens correspondants. Si les éléments (matières) constitutifs des UE non validées ont une valeur en crédits européens, ils sont également capitalisables lorsque les notes obtenues à ces éléments sont supérieures ou égales à 10 sur 20.



CFVU du 3/05/2022 : avis favorable à l'unanimité

Quantum Technologies and Engineering Erasmus Mundus Master - QuanTEEM

Coordinateurs : Pr. Stéphane Guérin (sguerin@u-bourgogne.fr) / Pr. Claude Leroy
Collaboration avec le Pôle International UBFC : Dr. Yevgenya Pashayan

Université de Bourgogne / Faculty Sciences & Techniques / Department of Physics
Technische Universität Kaiserslautern - Germany / Department of Physics
Aarhus University – Denmark - Center for Complex Quantum Systems
Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT) / Center for Photonics and 2D Materials

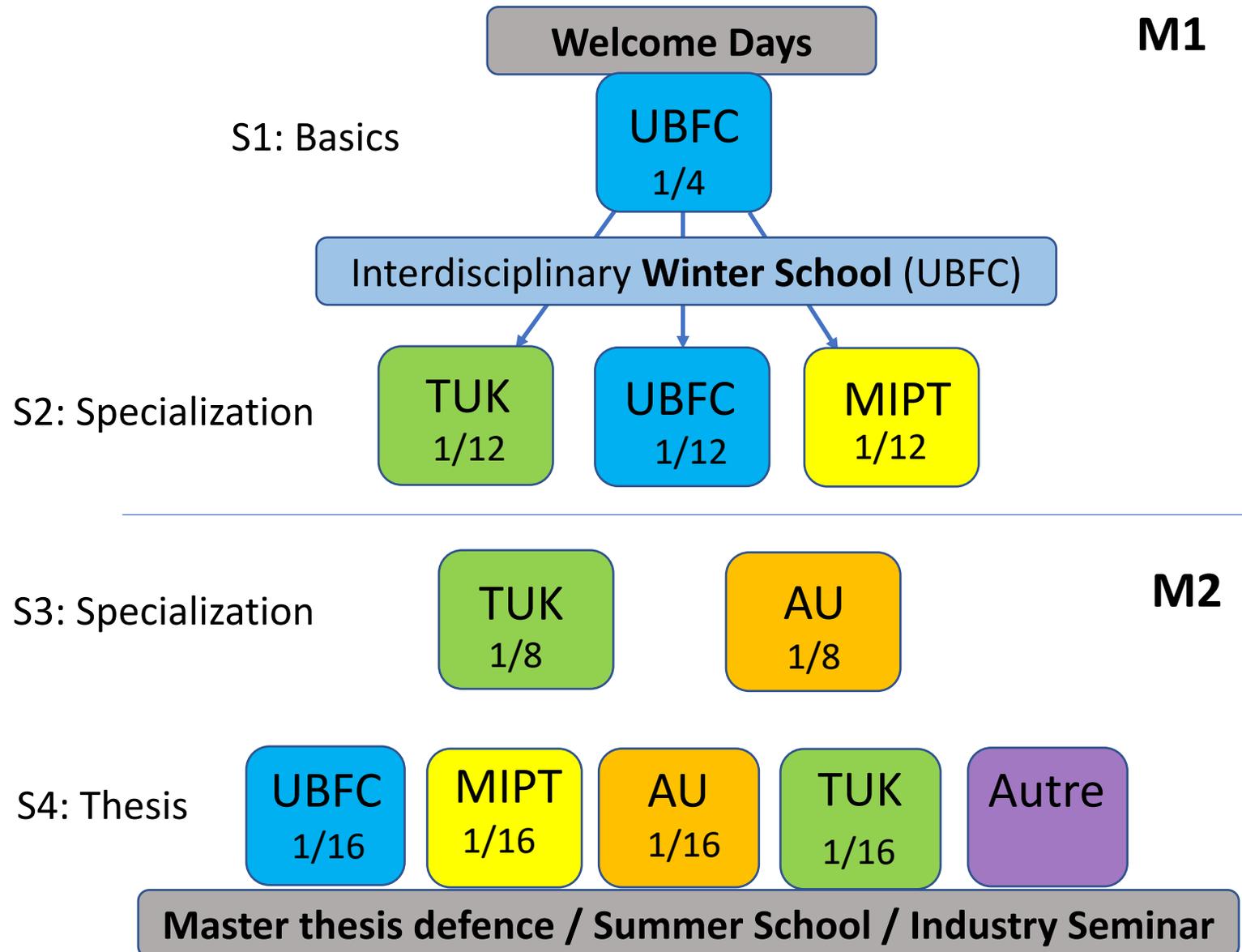
<http://quanteem.eu>



AARHUS UNIVERSITET

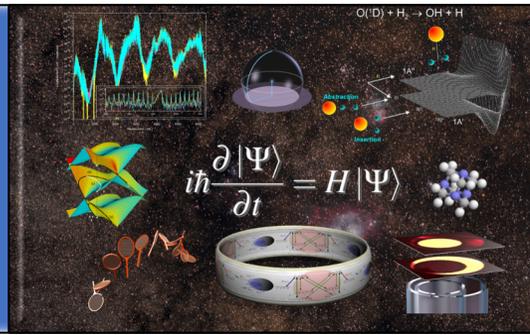


QuanTEEM : organisation



S1: Core courses – UBFC

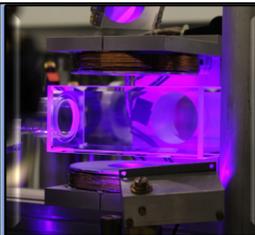
- advanced quantum theory I
- quantum information processing
- quantum condensed matter and statistical physics



- advanced computational methods
- signal processing
- business and entrepreneurship
- soft skills
- French language and culture

Interdisciplinary Winter School: quantum secured communications, quantum machine learning & applications, quantum sensing for healthcare, green quantum chemistry, quantum computer & molecular simulation for material design, multidisciplinary research with graphene

S2: Specialization 1 – UBFC Photonics, nano-photonics, and enabling technologies:



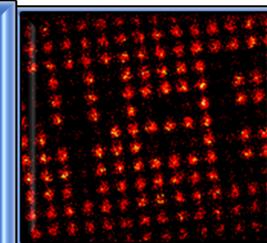
- guided optics
- laser
- nonlinear optical technologies
- optical communications and fiber optics
- nano-optics, nano-physics and plasmonics
- research project

S2: Specialization 3 – MIPT 2D quantum materials and nanostructures:



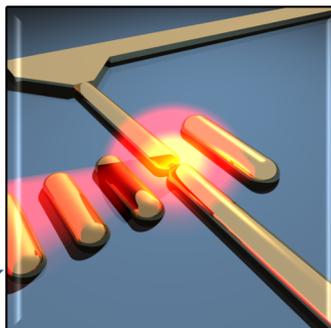
- open quantum systems
- laser physics
- electronic transport in 2D materials
- propagation and scattering of radiation
- methods of nanomaterial research
- Russian language & culture

S2: Specialization 2 – TUK Many-body quantum physics:



- advanced quantum theory II
- quantum gases/simulations
- research project
- German language & culture
- *cryptology*
- *system theory*
- *advanced automata theory*
- *digital signal processing*
- *functional programming*

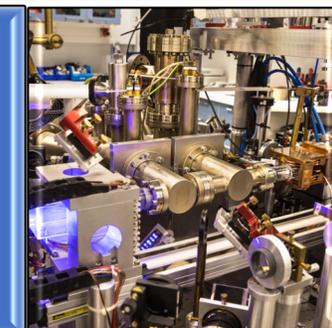
S3: Specialization 4 – Integrated quantum optics



- TUK: - quantum optics I+II
- advanced laboratory course
- quantum field theory
- German language and culture
- *processor architecture* - *operating systems*
- *foundations of software engineering*
- *digital systems architecture*

S3: Specialization 5 – Platforms for QT – AU:

- atomic, molecular and optical physics
- engineering of complex quantum systems
- methods and platforms of QT
- Danish language and Nordic culture
- *quantum imaging for medicine and biology*
- *surface & semiconductor physics* - *advanced data analysis* - *electronics data acquisition*



S4: Internship / master thesis

Industry Summer School: quantum computing for finance, healthcare & life sciences : exploration of new quantum solutions, new applications of quantum simulations, industrial quantum tools, progress of quantum computers / Job fair / Industrial site visits

Communications

Simulations

Sensors

Computers

QuanTEEM : organisation

Academic year	Master 2 years 120 ECTS
2022 (signature contract)	Preparatory activities
2022-23	1 st cohort – M1
2023-24	2 nd cohort – M1 / 1 st cohort – M2
2024-25	3 rd cohort – M1 / 2 nd cohort – M2
2025-26	4 th cohort – M1 / 3 rd cohort – M2
2026-27 (end of the contract)	4 th cohort – M2

QuanTEEM : composition du financement

	EMJM (€) 2021-2027	
	Boursiers	Non boursiers
Bourses	1400€ /mois sur 24 mois – exempté frais scolarité (maximum 60 étudiants, i.e. typiquement 15 / cohorte)	-
Coûts Institutionnels (forfait)	750€/mois/étudiants – sur 24 mois (maximum 100 étudiants, i.e. 25 étudiants / cohorte)	
Besoins individuels	3000 – 60000 €	
Bourses ciblées		

QuanTEEM & PPN

M1/S1 : QuanTEEM : 25 étudiants / PPN : 15-20 étudiants = 40-45 étudiants

M1/S2 : QuanTEEM : 8-10 étudiants / PPN : 15-20 étudiants = 23-30 étudiants

M1 PPN : 590h – M2 PPN : 320h (nombre d'heures par étudiant)

160 h duplication (réelle) en français – 60 h prises en charge extérieur (UFC : 30h – UTBM : 30h)

M1 QuanTEEM : 610h (nombre d'heures par étudiant)

Implications :

Duplication des TD-TP (S1), TP (S2)

Nouveau cours : nano-optics (40h)

Surcoût estimé : 200 h Eq. TD

Surcharge horaire 2022-23 QuanTEEM + PPN : 300 h, i.e. 15 k€ (prise en charge master ISITE)

Surcharge horaire estimative 2023-24 QuanTEEM + PPN (avec suppression de la duplication en français) : 170 h (prise en charge : QuanTEEM)

QuanTEEM budget

Revenus (CE) : $750 \times (15 \text{ à } 25) \text{ étudiants} \times 24 \times 4 \text{ (cohortes)}$
 $= 1 \text{ à } 1,8 \text{ M€}, \text{ i.e. } 200 \text{ à } 350 \text{ k€}/\text{an}$

Dépenses/an : 150 k€ (dépenses globales, incluant organisation écoles, soutenance stage, recrutement project manager, ...)

Restant pour dépenses pédagogiques locales : $200 \text{ à } 350 - 150 = 50 \text{ à } 200 \text{ k€}/\text{an}$

Ratio uB = $1/4 \text{ (S1)} + 1/12 \text{ (S2)} + 1/16 \text{ (S4)} = 19/48$

Ratio TUK = $1/12 \text{ (S2)} + 1/8 \text{ (S3)} + 1/16 \text{ (S4)} = 13/48$

Ratio AU = $1/8 \text{ (S3)} + 1/16 \text{ (S4)} = 3/16$

Ratio MIPT = $1/12 \text{ (S2)} + 1/16 \text{ (S4)} = 7/48$

Total uB = 20 à 80 k€ / an