

# « Electricité »

## Formations et métiers



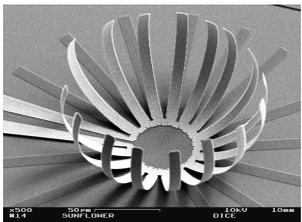
« Circuits, algorithmes, signaux ... et systèmes »



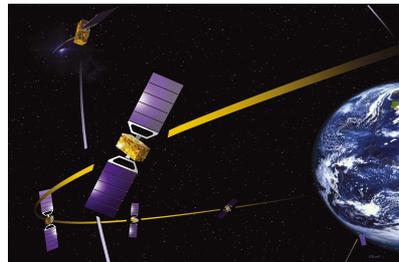
Présentation ELEC

## De l'infiniment petit à l'infini ...

*Micro- et nano-technologies*



*Techniques (HW, SW) de communications spatiales*

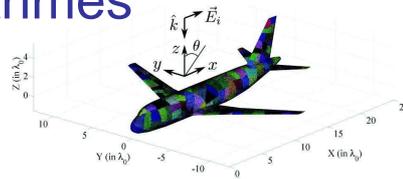
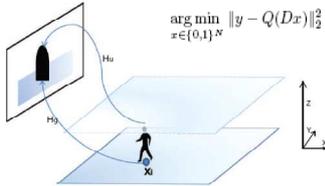


Présentation ELEC

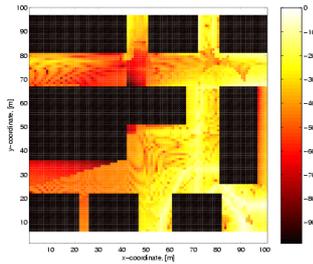
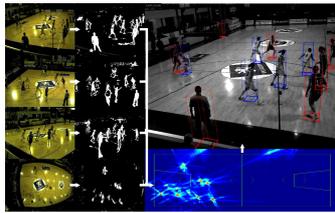
# Des maths et algorithmes

$$\arg \min_{x \in \{0,1\}^N} \|x\|_0 \text{ s.t. } \|y - Q(Dx)\|_2^2 < \varepsilon$$

$$\arg \min_{x \in \{0,1\}^N} \|y - Q(Dx)\|_2^2 \text{ s.t. } \|x\|_0 < \varepsilon_p$$



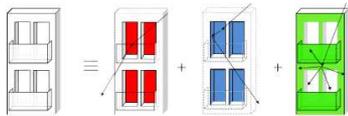
## ... aux produits



Présentation ELEC

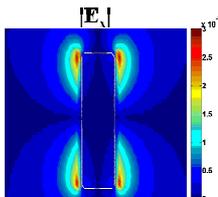
# Des modèles et simulations

## ... à l'expérimentation



Propagation RF pour la 5G

Mesures de transmissions sans fil



Nano-antennes (fréquences optiques)



Radar à ultra-large bande



Présentation ELEC

## L'ingénieur électricien est présent dans *tous* les secteurs de l'ingénierie

Energie



Télécom.



Electronique



Informatique



Automatisation



Sécurité



Biomédical



Transports



... et bien d'autres secteurs (chimie, banques, santé, aerospace, automobile) !



Présentation ELEC

## Strategic key enabling technology (KET, Horizon 2020, EU commission)

The integration between the nanoelectronics, electronics hardware components, sensors and the software information driven functions, telecommunications, security, resulting in **embedded systems** for next generations will be a main research and development area in the next few years.

### Smart Emerging Products

- Transport (Cars, Planes, Trains) : control modules, security, infotainment, electrical motors ...
- Medical: instrumentation, diagnostic, hospital equipments, implanted devices...
- Industrial: control systems, semiconductor devices, sensors, test, monitoring, vision (Smart factories, Aerospace, Clean Tech, Pharmaceuticals ...)
- Data communication / processing : cloud, big servers, portable devices, security, internet-of-things...



Présentation ELEC

# Formation ELEC

- Programme cohérent visant à
  - Établir des ponts entre les bases théoriques (**mathématiques, physique, informatique**) ET les applications technologiques les plus sophistiquées en électronique/télécommunications/traitement de l'information et du signal
  - Développer le sens du concret ET l'esprit d'analyse et de rigueur
  - Donner une vision large et des compétences solides, adaptabilité et travail en équipe, polyvalence et spécialisation progressive du BAC au MS
- Cadre de travail basé sur des infrastructures de qualité, des laboratoires d'excellence en R&D, des outils (par ex. logiciels) de niveau professionnel, des contacts et projets industriels ...

*Dixit évaluation AEQES, témoignages d'étudiants et anciens !*



Présentation ELEC

# Formation(s!) ELEC

## informatique

- programmation (de circuits)

## physique

- électromagnétisme
- quantique
- nano-mécanique

physique

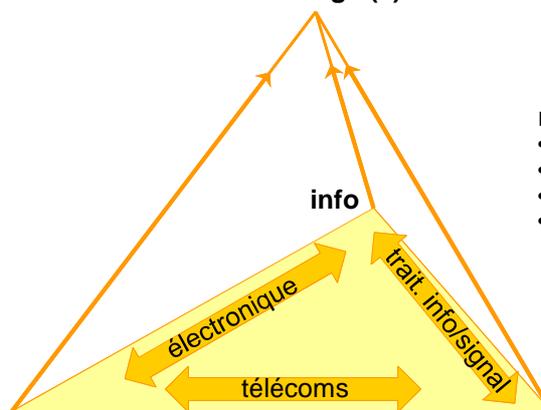
technologie(s)

info

## maths

- méthodes num.
- analyse spectrale
- statistique
- optimisation

maths



Présentation ELEC

# Le Bac en électricité

## Compétences, Méthodologies, Objectifs

- Savoir modéliser **mathématiquement** sur base de lois **physiques** et calculer (prédire, analyser, utiliser, optimiser, ...) le comportement de systèmes ou composants simples
  - *diodes/transistors, circuits électroniques, moteurs électriques ...*
  - *systèmes de communications (4G, ADSL)*
- Programmer, mais toujours en relation avec la réalité physique, les applications pratiques, les aspects concrets/sociétaux (par ex., biomed, énergie)
- Concevoir un premier système électrique/électronique :
  - mettre en équations « simplifiées », utiliser des logiciels de calcul,*
  - réaliser une démo pratique (fabriquer, mesurer, analyser)*

**= Compétences / pratique professionnelles !**  
**Transition progressive vers le Master ELEC appréciée par nos étudiants et certifiée par AEQES-CTI !**



Présentation ELEC

## Le Bac en électricité - Majeure

Majeure ELEC (40 crédits)	
Q4	
ELEC1101 ELEC1370	Projet d'électricité 1 - Circuits électriques Circuits et mesures électriques (C. Craeye, B. Dehez, C. Oestges )
Q5-Q6	
ELEC1350	Electromagnétisme appliqué (D. Janvier, C. Craeye)
ELEC1530	Circuits électroniques analogiques et digitaux fondamentaux (J.-D Legat, DF)
ELEC1330	Dispositifs électroniques (V. Bayot, D. Flandre)
ELEC1360	Télécommunications (L. Vandendorpe)
ELEC1310	Convertisseurs électromécaniques (B. Dehez)
INMA1510	Automatique linéaire (D. Dochain)

Applications, exemples concrets:

- Instrumentation, contrôle (biomédical, audio, énergie...)
- Méthodes mathématiques en électricité
- Champs électromagnétiques
- Systèmes électroniques
- Composants, Micro-nano, Solaire
- Réseaux de communication
- Machines électriques
- Informatique
- Traitement de signaux / données (mesures, images, sons, multimédia...)



Présentation ELEC

# Le Bac en électricité - Mineure

Mineure ELEC (30 crédits)	
Q4	
ELEC1101	Projet d'électricité 1 - Circuits électriques
ELEC1370	Circuits et mesures électriques
Q5 – Q6	
ELEC1530	Circuits électroniques analogiques et digitaux fondamentaux
ELEC1360	Télécommunications
ELEC1310	Convertisseurs électromécaniques
ELEC1755	Compléments d'électricité : Electromagnétisme appliqué – Dispositifs électroniques (D. Janvier, D. Flandre)

→ Formation absente en

- automatique (régulation, contrôle)

→ Formation moins poussée en

- électronique quantique (nanoélectronique, lasers)
- électromagnétisme (rayonnement, propagation)

**Peuvent être récupérées au MS  
(si nécessaire et selon option)**

Et si je veux faire un master **ELME** ? Faire MECA/ELEC ou ELEC/MECA est équivalent ...



Présentation ELEC

## Projet d'électricité 1 (Q4)

### • Compétences

- Mettre en contexte les notions vues au cours de circuits et mesures (LELEC 1370)
- Apprendre à concevoir, simuler, réaliser et tester des circuits électriques
- Mais aussi acquérir une démarche de conception d'un **système électrique (suite de P2)**
  - En le décomposant en blocs fonctionnels (= maths)
  - En traduisant les blocs fonctionnels en circuits réalisant la fonction souhaitée suivant les spécifications requises (= physique)
  - En assemblant les circuits réalisant les différents blocs fonctionnels
  - En vérifiant que l'assemblage assure la fonction « système » souhaitée, via des simulations (logiciel LTSpice) ET des mesures au laboratoire

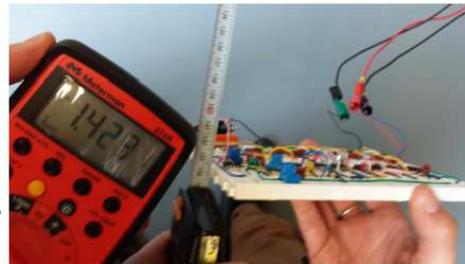
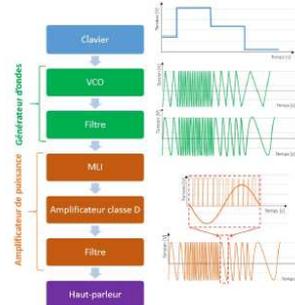
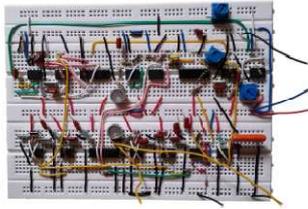


Présentation ELEC

## Projet d'électricité 1 (Q4)

- **Exemples**

- Synthétiseur (piano) analogique
- Télémètre à ultra-sons
- Balance de cuisine
- Radio AM
- Suspension électromagnétique
- ....



## Projet P4 en électricité (Q6)

### **Compétences transversales** proches de la pratique du métier

1. analyser un système existant et le perfectionner
2. analyser avec sens critique des données expérimentales
3. faire la part des choses entre comportement réel du système et modèles mathématiques utilisés pour le décrire ou le modifier
4. appréhender la notion d'incertitude / erreur dans la réalisation du projet et les résultats obtenus

### **Compétences techniques disciplinaires**

Exemples pratiques de systèmes et traitement de données

- transmission d'information (*réseaux, internet...*),
- analyse spectrale de signaux (*image, multimedia, biomédical...*) (bruit y compris),
- implémentations matérielles (*communication, électronique, radar...*) et logicielles (*traitement de signal, temps réel, cryptographie...*), etc.  
(en lien avec recherche ou industrie)



Présentation ELEC

## Le Bac en électricité Complémentarités - Exemples

<b>ELEC</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modélisation</li> <li>• Hardware</li> <li>• Software</li> <li>• Systèmes</li> <li>• Applications</li> </ul>	<b>MECA – électromécanique</b>	<i>Mécatronique Energie (PV, Smart Grid)</i>
	<b>INFO – programmation</b>	<i>Systèmes informatiques &amp; électroniques, crypto</i>
	<b>MAP – mathématiques</b>	<i>Simulations, telecoms, traitement de signal et de données</i>
	<b>FYKI – chimie, physique, matériaux</b>	<i>Micro-nano-technologies</i>
	<b>GBIO – monde vivant</b>	<i>Biomédical</i>
	<b>GC – construction</b>	<i>Bâtiments intelligents</i>



Présentation ELEC

## Les cours obligatoires du Master ELEC

<b>Finalité (30 ECTS) (en anglais)</b>	
ELEC2531	Design and Architecture of digital electronic systems
ELEC2795	Radiation and communication systems
ELEC2103	Projet d'électricité 3 - Système électronique
ELEC2900	Signal processing
INGI2315	Design of embedded and real-time systems
INMA1731	Stochastic processes : estimation and prediction
<b>Tronc commun (30 ECTS)</b>	
TECOxxxx	Un cours de sciences religieuses parmi TECO2100, TECO2200 et TECO2300
ELEC2990	Travail de fin d'études

∇  
options  
ELEC

(HW, SW,  
Systems,  
Math.app.)

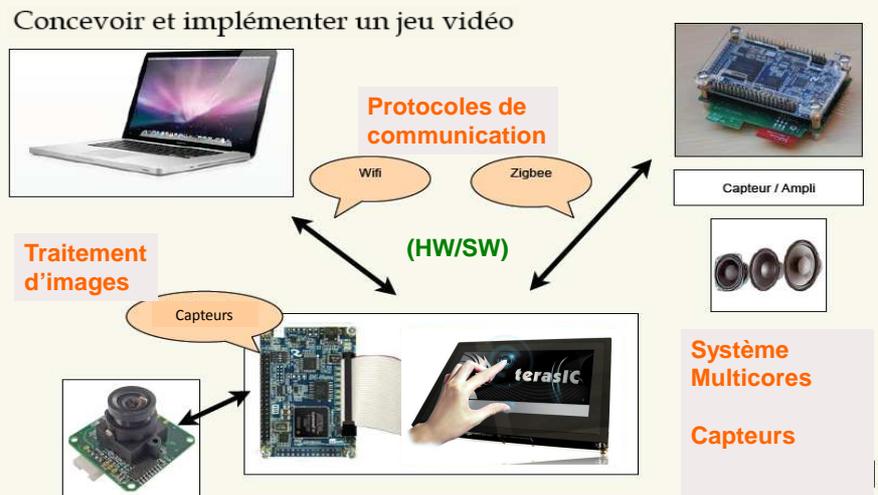
60 ECTS de cours à option en MS



Présentation ELEC

# Projet d'électricité 3 (MS)

## Electronique Telecom



Présentation ELEC

## 4 grandes options ELEC + ...

- Un ensemble d' options conduisant à des **formations et des métiers** divers et variés avec énormément de débouchés :
    - Circuits et systèmes électroniques
    - Hyperfréquences
    - Nanotechnologie
    - MEMS & NEMS
    - Télécommunications
    - Réseaux de communication
    - Traitement de l'information et du signal
    - Cryptographie et sécurité de l'information
    - Génie biomédical
    - Electrotechnique & Energie électrique (EEA)
    - Technologies photovoltaïques
    - Gestion
    - Création des petites et moyennes entreprises (CPME)
- } **Electronique**
- } **Télécommunications**
- } **Traitement du signal et des données (aussi bio)**
- } **Energie (distribution, photov., stockage, ...)**



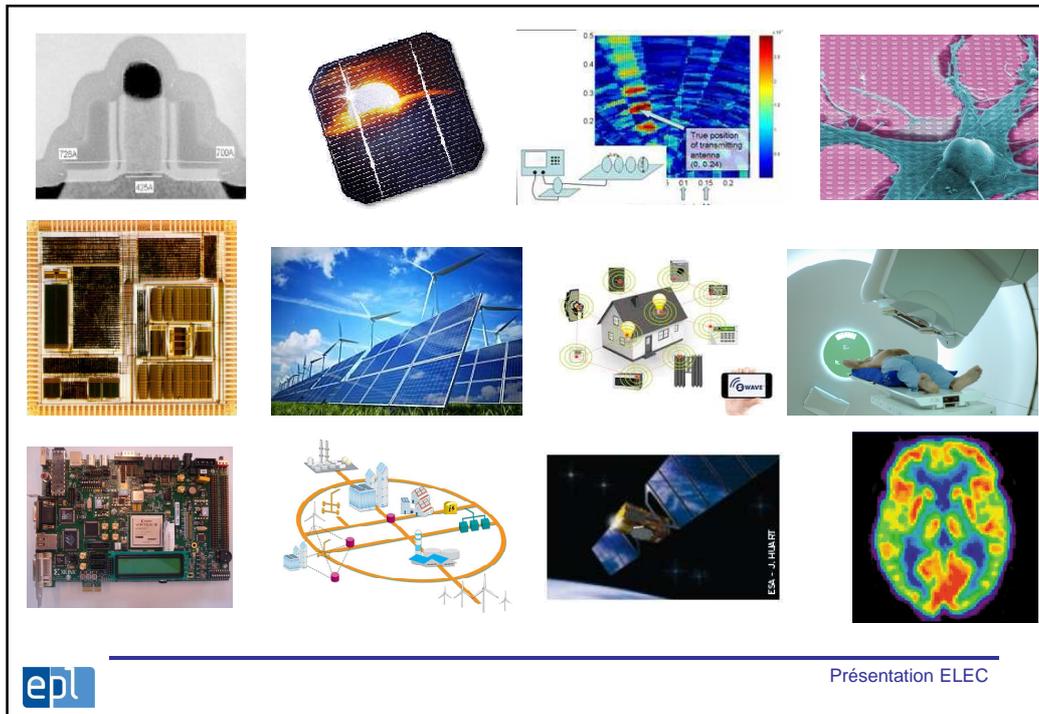
Présentation ELEC

# Spécificités ELEC ?

## ...des « systèmes intelligents » pour de larges domaines d'application

Exemples dans nos cours, projets, TFE, échanges internationaux, contacts industriels, débouchés... :

- **Energie** électrique : cellules solaires, contrôle à distance (communication, SW), modèles mathématiques de réseaux, ...
- **Capteurs** multi-physiques miniaturisés (biologiques, mécaniques, électromagnétiques... en micro-nano-techno)
- **Traitement mathématique** de signaux, mesures, sons, images (multi-media, cartes à puces...)
- **Circuits électroniques** de calcul (crypto), amplification (RF, bio), communication (4/5G), imagerie (caméra, proton), contrôle (process)...
- **Software embarqué**, temps réel en lien avec HW et applications diverses (biomédicales, communication...)
- **Spatial, Antennes, Satellites, Radars, RFID, Blindage, Furtivité...**



## Site web

> UCL > Secteurs > Secteur des sciences et technologies >  
Ecole Polytechnique de Louvain > Enseignement et formation  
> Commissions de Programme

*Ou*

<http://www.uclouvain.be/elec>



---

Présentation ELEC

## Questions ?



---

Présentation ELEC

## Informations additionnelles



Présentation ELEC

## Et le reste? Cfr. EPL

- CPME ou Gestion / Management
- Stage en entreprise
- Séjour dans une autre université (Leuven, Europe, USA)
- Doubles diplômes:
  - Politecnico Milano
  - École centrale de Paris
  - Polytech Madrid
  - Supaéro Toulouse
  - Institut français du pétrole
  - K.U. Leuven

*Erasmus, Mercator,  
Bourses AGC...  
Informations en  
Bac13 et Ms21  
(EPL)*



Présentation ELEC

## TFE, stages, recherche / industrie

- Nombreux contacts avec l'industrie, les applications industrielles
- Pôles de compétitivité : Aérospatial (communication, capteurs), Logistique (RFID), Biomédical, Energie renouvelable...
- Spin-offs : Traitement images / données, Circuits intégrés...

Pôle de recherche en électricité (ELEN): 200 personnes travaillant sur un large éventail de domaines et techniques!



Présentation ELEC

## Evaluation AEQES

- « Le master en Ingénieur Électricien est un programme de formation qui met en place une **stratégie efficace** pour former des ingénieurs aptes à travailler dans les métiers de la conception de circuits et systèmes électroniques jusqu'aux échelles nanométriques, des TIC, de l'automatique et de l'énergie électrique. »
- « Ce qui frappe dans cette formation, c'est le sens du **concret**, l'expression claire de la **spécialisation** et la **cohérence** du programme. »
- « L'état des locaux et des installations est très satisfaisant et offre aux étudiants un **cadre de travail dynamique et stimulant**. »
- Recommandations : davantage faire connaître le monde de **l'entreprise** (séminaires / visites d'industriels ...) et l'environnement et les infrastructures d'excellence disponibles en **R&D** (projets, cours...)



Présentation ELEC

## Témoignages d'anciens

« Tout cela est dû aux quatre petites équations de Maxwell, au fait que le silicium est tantôt conducteur et tantôt isolant et à l'imagination d'ingénieurs qui ont su transformer quelques propriétés naturelles en des milliers de choses que nos grands-parents n'auraient jamais pu imaginer...

Du point de vue humain... D'excellents copains dans *beaucoup de pays*, ... »

J.-P. Colinge, TSMC (Taïwan), IEEE A. Grove Award 2012

« Apport des études : *vision large*, expertise depuis les systèmes télécom et l'informatique, des hyperfréquences jusqu'au cœur des technologies silicium mesurées en dizaines de nm et leur physique quantique, qui me sert encore tous les jours. *Apprentissage du travail par équipe et implication au monde des projets complexes, multi-compétences et de longue durée.* »

D. Macq, ex-ST-Ericsson Belgium, responsable des développements connectivité (GPS, WiFi, Bluetooth, FM et NFC)... Equipes en Europe et Asie, 8 sites différents...

« Ma formation ... *compétences solides* dans les domaines - *électricité, électronique, informatique et télécommunication* - ... au cœur d'un *parcours professionnel très varié* en termes d'entreprises et de métiers : *conception de dispatchings de transport électrique en France, plates-formes matérielles et logicielles pour équipements télécom (Alcatel), centre de recherche CETIC comme responsable R&D.* »

Ph. Drugmand, CETIC (Charleroi)



Présentation ELEC

« Les études d'ingénieur électricien m'ont inculqué *l'esprit d'analyse, la rigueur et les connaissances techniques* me permettant d'effectuer de la *recherche approfondie* dans le domaine de la microélectronique. Après quelques belles années de recherche, j'ai pu rejoindre une petite PME irlandaise où j'ai eu la chance de diriger quelques projets financés par l'Agence Spatiale Européenne (ESA). A présent engagé en tant que responsable R&D d'une PME wallonne spécialisée dans la fabrication de radars routiers, j'exploite de manière quotidienne les connaissances techniques acquises au cours de ma formation d'ingénieur électricien ainsi que de mon parcours professionnel. »

D. Lederer, ICOMS (LLN)

« La *pénurie d'ingénieurs et de techniciens en électronique* est une réalité que subissent tous les employeurs belges du secteur. Il y a beaucoup de places vacantes."

"ELEC : une formation solide qui fait le pont entre la *physique fondamentale et les applications technologiques les plus sophistiquées.* »

B. Stockbroeckx, ANPI (LLN)

« Aujourd'hui, je dirige différents projets au sein d'une société fournissant des services de conception en électronique/micro-électronique. Même si je ne suis plus impliqué personnellement dans tous les détails de la conception, il est indispensable pour moi de *comprendre les avantages/inconvénients/conséquences de chaque événement et de chaque décision.* Impossible de gérer correctement un projet sans "savoir de quoi on parle". La formation ELEC m'a apporté les connaissances et la rigueur requises pour assurer cette mission.. »

T. Delmot, nSilitation (Mons)



## Témoignages d'étudiants

- « Je recommande sans hésiter cette formation pour quiconque veut pouvoir aborder le monde du travail avec une capacité d'adaptation hors du commun »
- « ... le bagage théorique et 'team oriented' est excellent ! »
- « C'est une formation complète m'ayant procuré la possibilité "d'apprendre à apprendre". Elle m'a donné cette capacité de m'intégrer rapidement dans un nouvel environnement de travail et d'y trouver très rapidement mes marques »
- « J'ai été entouré par des gens très compétents, motivants, et au savoir inestimable »



Présentation ELEC

Employers in Belgium (non exhaustive list)	Spin-off (ELEN/UCL)	SME	GE	Abroad
Electronics	CISSOID	iComs, SEE, Deltatec, Softkinetics, Thelis	Alstom, Thales, Sabca, Barco, Melexis, On Semi, IBA, AGC	TI, National, EADS, NXP, TSMC, IBM
Communications		SmartCompany Cegelec-Telecom, Zetes	Alcatel-Lucent & Bell Labs, IMEC	Nokia, Ericsson, Orange, Telecom-Lux
Energy		SunSwitch, DAPESCO, Jema	Elia, Tractebel Engineering, ORES, Electrabel	ABB, Siemens, GDF Suez, Sunpower, Schneider, Trina
Biomedical	Neurotech, Telemis, Eonix	Nomics, Analis, Medisoft, WOW, Nomics	IBA, GSK	Siemens, Zeiss, Brucker, Philips Biomedical
Signal / Image processing	Alterface, Intopix, ACIC, Keemotion, n-Side	iMOVIX, Lambda-X	IRIS, EVS, IMEC	Google, MERL, Microsoft, IBM, Philips



## TOP-10 DES DEVELOPPEURS DU SECTEUR TIC (emploi)

- 1) Alcatel-Lucent Bell
- 2) Barco
- 3) TP Vision
- 4) TomTom
- 5) Melexis
- 6) ON semiconductor
- 7) LMS International
- 8) EVS Broadcast Equipment
- 9) Sopra Banking Technology (=Callataÿ & Wouters)
- 10) NXP Semiconductors N.V.

→ Ces 10 représentent 48% de l'activité R&D de l'échantillon



[www.agoria.be](http://www.agoria.be)

## Conclusion : ELEC ?

L'ingénieur électricien invente, conçoit, calcule, optimise, réalise, fabrique, développe, installe, programme, industrialise, commercialise...

des circuits électroniques, des appareils biomédicaux,  
des logiciels embarqués, des capteurs miniatures,  
des solutions « vertes », etc...

liés aux avancées technologiques, à la vie quotidienne,  
à la sécurité, au bien-être sociétal, environnemental...

Il est à la base de nombreuses inventions ou révolutions  
technologiques majeures: l'électrification, les moyens de  
communication, les ordinateurs, Internet, l'imagerie,  
les technologies de la santé, les véhicules hybrides ...



Présentation ELEC