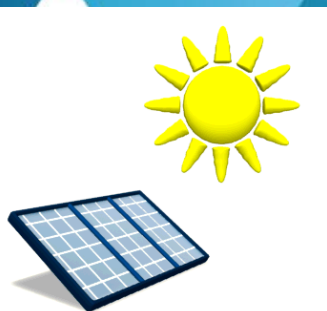


Dpt GEDD

Génie Electrique et Développement Durable
Electrical Engineering and Sustainable Development



Dr. Gérard AROQUIADASSOU
Responsable GEDD
Gerard.Aroquiadassou@unilasalle.fr



Présentation UniLaSalle / ESIEE-Amiens

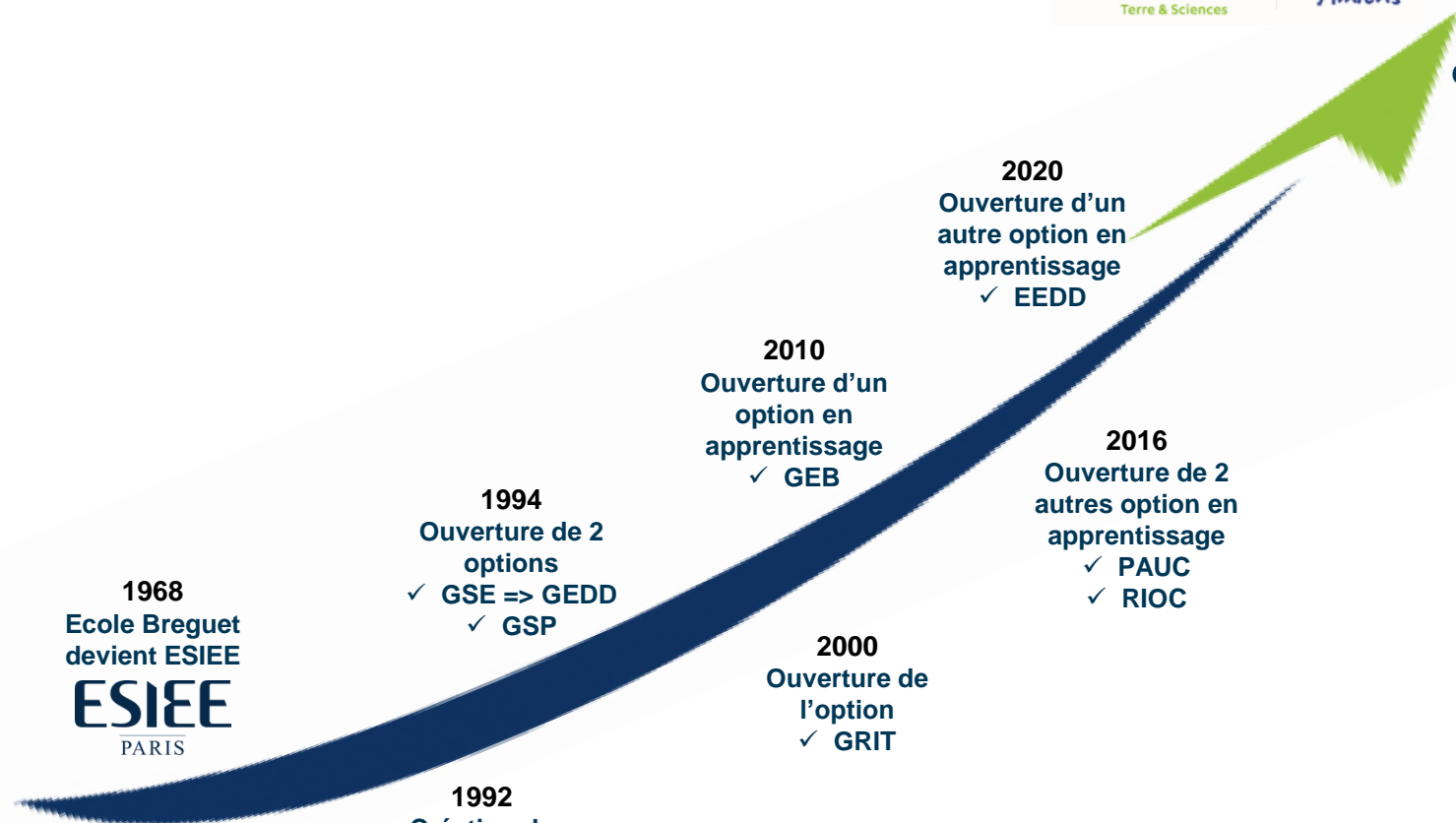
- Ecole d'ingénieurs créée par des entreprises au service des entreprises.
- Mission : Contribuer au développement des entreprises et des territoires, en formant des Ingénieurs à la maîtrise scientifique, technique et économique, dans les domaines :
 - de l'Énergie
 - l'Électricité
 - l'Électronique
 - l'Automatisme et le contrôle-commande des systèmes
 - les systèmes de Production
 - les Réseaux informatiques et Télécoms
- Une formation d'ingénieurs généraliste en génie électrique au sens large avec 4 domaines de professionnalisation
 - GEDD/EEDD (Génie Electrique et Développement Durable)
 - GSP/PAUC (Génie des Systèmes de Production)
 - GRIT/RIOC (Génie des Réseaux Informatiques et Télécom)
 - GEB (Génie Energétique du Bâtiment)



Les grandes dates



2021
ESIEE-Amiens
devient
UniLaSalle /
Campus Amiens



1905
Création de
l'école
Breguet à
Paris

1968
Ecole Breguet
devient ESIEE
ESIEE
PARIS

1994
Ouverture de 2
options
✓ GSE => GEDD
✓ GSP

1992
Création de
l'ESIEE-Amiens
ESIEE
AMIENS

2010
Ouverture d'un
option en
apprentissage
✓ GEB

2000
Ouverture de
l'option
✓ GRIT

2020
Ouverture d'un
autre option en
apprentissage
✓ EEDD

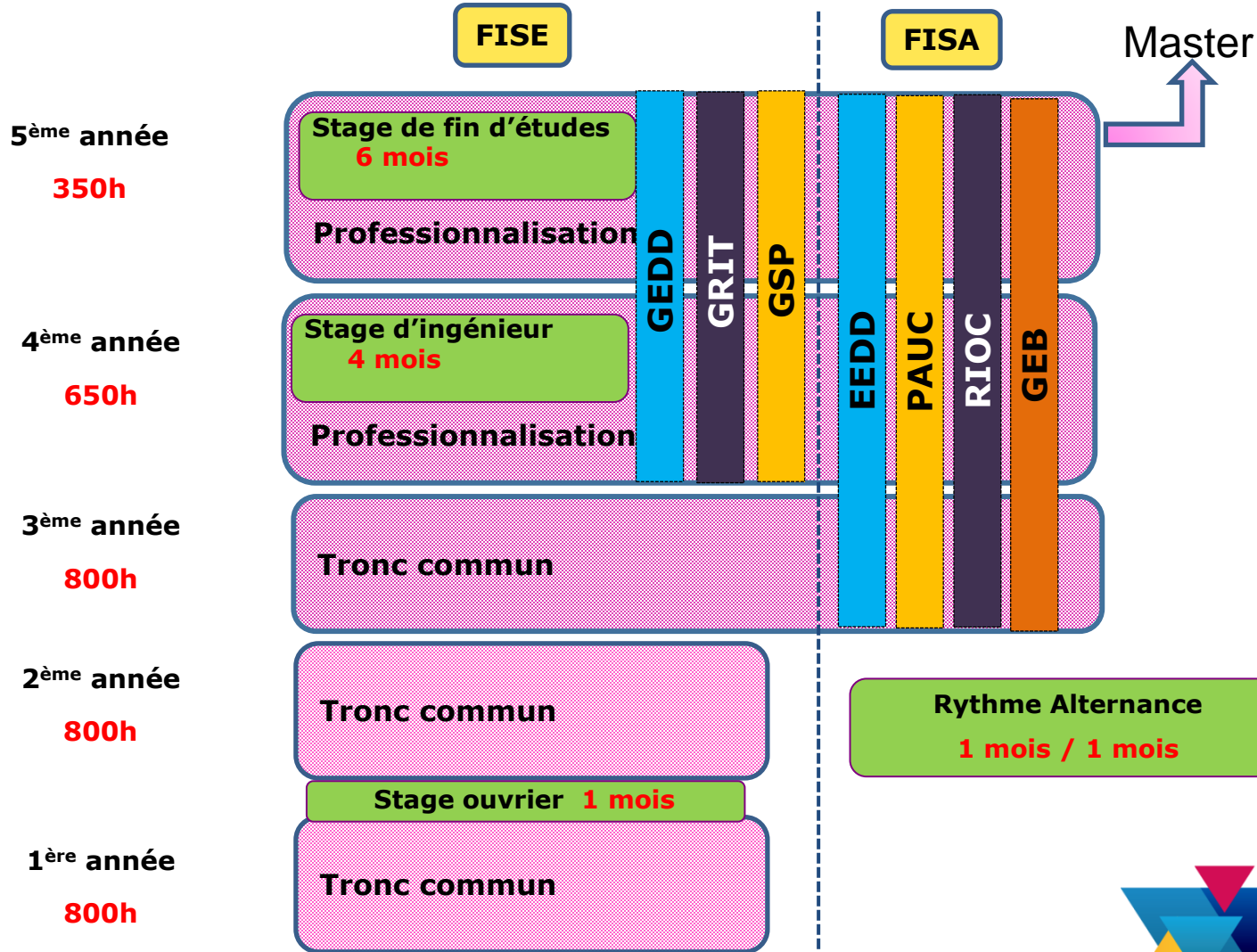
2016
Ouverture de 2
autres option en
apprentissage
✓ PAUC
✓ RIOC



Une formation en 5 ans après le BAC

Cycle Préparatoire
1600h

Cycle Ingénieur
1800h





Département **GEDD**

« **Génie Electrique et Développement Durable** »

□ **GEDD : Génie Electrique et Développement Durable**

❖ **FISE : Formation Initiale sous Statue Etudiant**

- ✓ Professionnalisation sur 2 ans
- ✓ 2 Stages : 4 mois et 6 mois

□ **EEDD : Energie Electrique et Développement Durable**

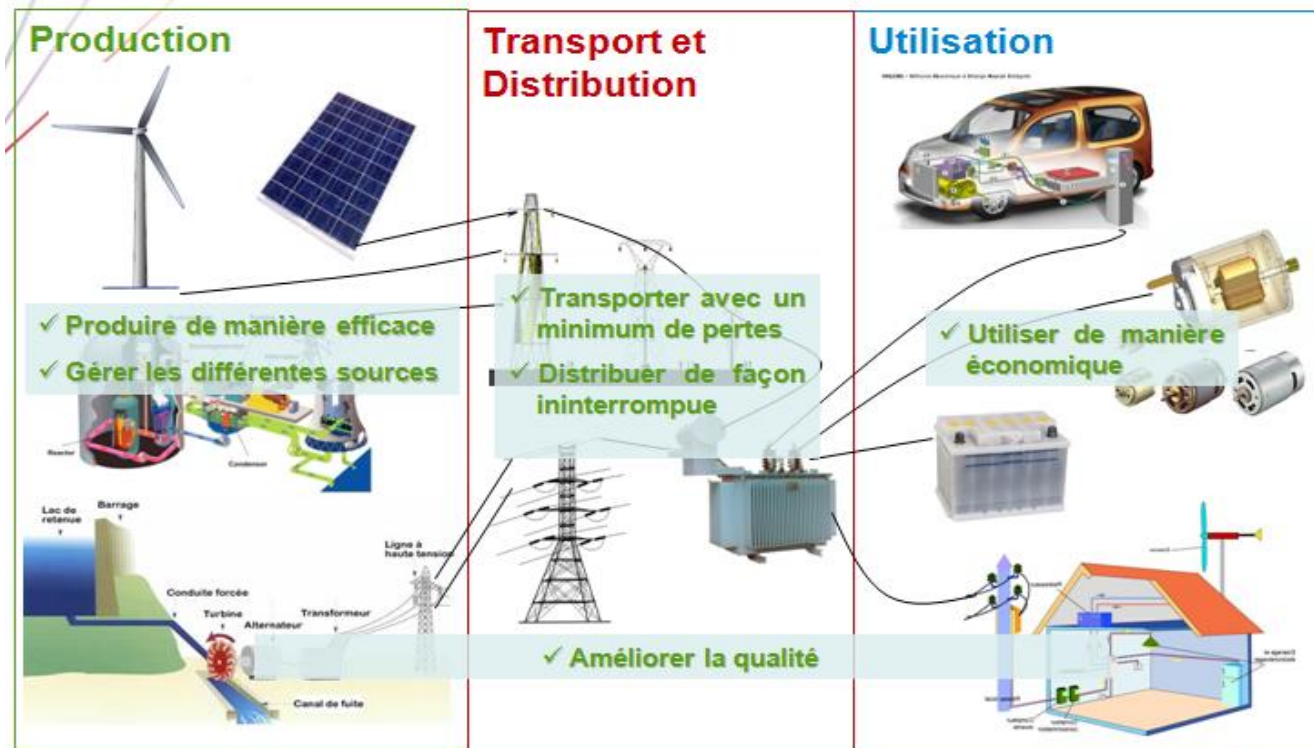
❖ **FISA : Formation Initiale sous Statue Apprenti**

- ✓ Professionnalisation sur 3 ans
- ✓ Rythme d'alternance : 1 mois / 1 mois

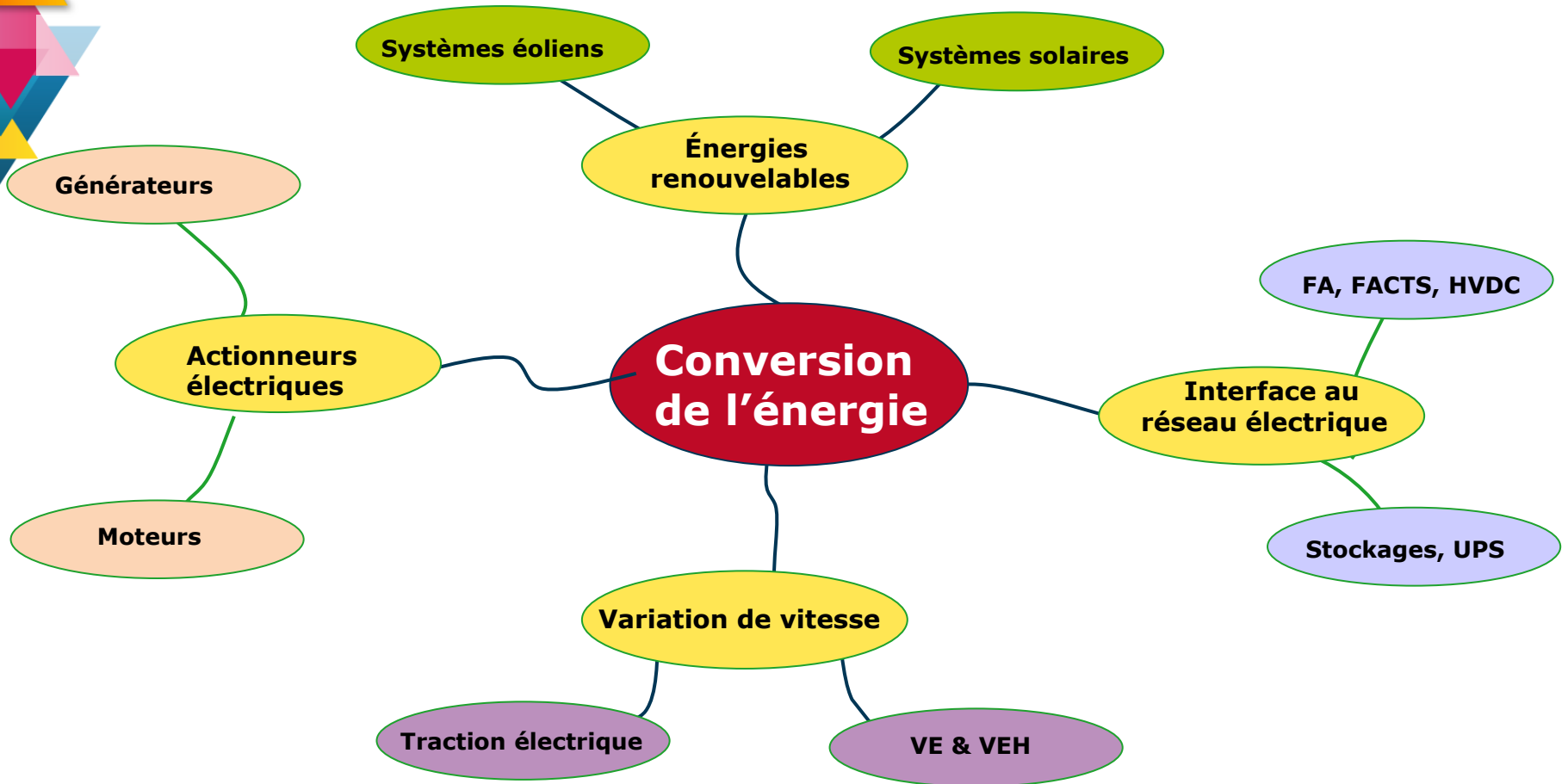


Description de l'Option GEDD

L'option GEDD forme des ingénieurs généralistes capables de maîtriser les nouvelles technologies de l'énergie électrique et leur utilisation dans les domaines modernes du génie électrique avec les contraintes du développement durable



Description de l'Option GEDD



Secteurs d'activités

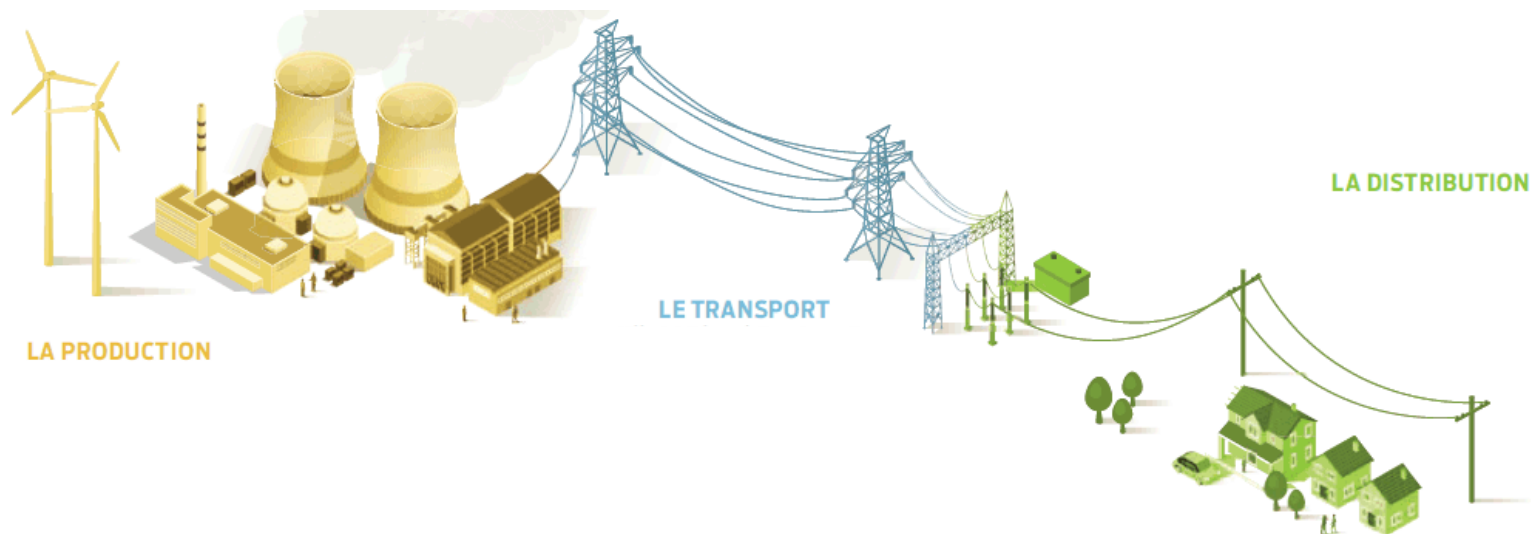
Energie – Transport – Industrie – Tertiaire

➤ Energie

Exemples

Génération – Transport – Distribution – ...

ENEDIS, H2AIR, ENGIE, SICAE, RTE, EDF, ENERCON, NORDEX, ...



Secteurs d'activités

Energie – Transport – Industrie – Tertiaire

➤ Transport

Exemples

Ferroviaire – Automobile – Aéronautique – Spatial – ...

VALEO, THALES, PSA, SNCF, SAFRAN, ALSTOM, RATP, AIRBUS, ...



Secteurs d'activités

Energie – Transport – Industrie – Tertiaire

➤ Industrie

Exemples

Automatisation – Instrumentation – Intégration – Equipement – Production
Contrôle-Commande – Supervision - ...

VINCI ENERGIES, BOUYGUES ENERGIES et SERVICES, EREM, ACTEMIUM,
CEGELEC, DV GROUP, SCHLUMBERGER, SIEMENS, LEROY SOMER,
SCHNEIDER ELECTRIQUE, ...



Secteurs d'activités

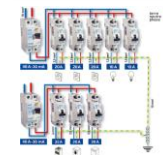
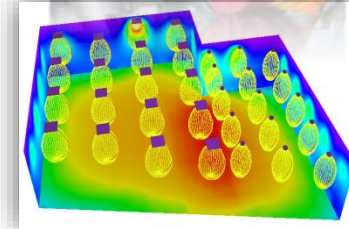
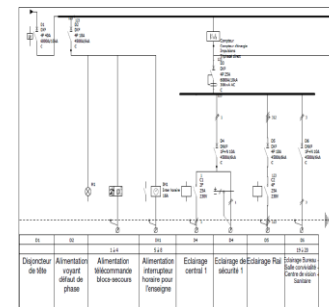
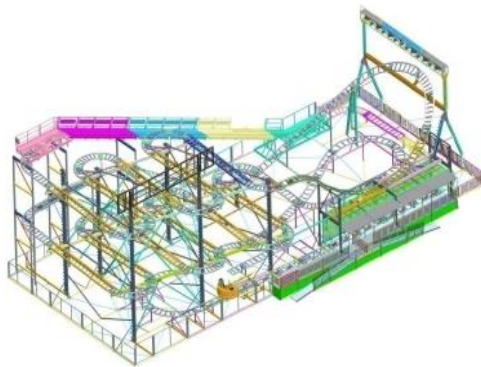
Energie – Transport – Industrie – Tertiaire

Tertiaire

Exemples

Installation Electrique CFO/CFA

VINCI ENERGIES, EIFFAGE, CLEMESSY, SPIE, SOGETI, SIDEM, ...



Métiers visés

➤ Ingénieur Recherche & Développement

- ✓ Réalise de nouveaux produits.
- ✓ Améliore l'existant.

➤ Ingénieur d'Intégration (Ingénieur d'application)

- ✓ Intègre différents composants électriques pour concevoir un nouveau système.

➤ Ingénieur Méthode (Ingénieur d'Exploitation)

- ✓ Assure la continuité de fonctionnement dans le respect des plannings.
- ✓ Etudie, met au point et optimise des outils d'instrumentation et de contrôle.

➤ Ingénieur de sûreté de fonctionnement, diagnostic et maintenance

- ✓ Veille à la sécurité des équipements et des personnes.
- ✓ Maintien l'outil en état par contrôle régulier et prévisionnel.
- ✓ Optimise les coûts de maintenance.

➤ Ingénieur d'affaires : étude, gestion et suivi de projets

- ✓ Joue le rôle de Technico-commerciale.
- ✓ Analyse les besoins et fait des propositions commerciales.
- ✓ Veille aux respects des délais, des coûts et de la qualité.



Réussite d'Anciens

➤ **Luis DE SOUSA (1997)**

Managing Director at TRACO POWER Solutions (*Irlande*)



➤ **Christophe DUFOUR (1997)**

Directeur GRD chez SICAE Somme et Cambrasis (*Péronne*)



➤ **Benoît LAFILE (2007)**

Chef d'entreprise chez MERELEC Vinci Energies (*Beauvais*)



➤ **Jean-Roch COSSA (2008)**

Product Development Manager



➤ **Abdallah KILANI (2008)**

Chef d'entreprise chez MASSELIN Surfaces Commerciales Vinci Energies (*Caen*)



➤ **Pierre WAUTHIER (2010)**

Chef d'Agence Patrimoine ENEDIS (*Amiens*)



➤ **Marine STOJANOVIC (2015)**

EMC Expertise & Design Engineer chez VALEO - Créteil



➤ **Lauretta EBOUE NGUEMI (2019)**

Ingénieure raccordement électrique chez H2Air (*Amiens*)





Développer des Compétences pour

- ✓ Analyser, concevoir et intégrer des systèmes électriques en prenant en compte les aspects du développement durable.
- ✓ Choisir une source d'énergie la plus appropriée, tenant compte du critère de préservation de l'environnement et contraintes économiques.
- ✓ Prémunir un système électrique et son environnement contre les diverses perturbations.
- ✓ Concevoir des modèles électriques, mathématiques et géométriques des systèmes électriques.
- ✓ Gérer des projets électriques en maîtrisant les besoins énergétiques et les contraintes économiques.



Métiers et Compétences en GEDD

Métiers Visés

Ingénieur Recherche et Développement

- PE / TE / UE / SE

Ingénieur d'Intégration

- PE2 / PE3 / PE4 / TE2 / TE3 / TE4 / UE

Ingénieur Méthode

- UE / SE

Ingénieur de sûreté de fonctionnement, diagnostic et maintenance

- PE4 / TE4 / UE4 / SE

Ingénieur d'affaires

- UE / SE1 / SE4

Compétences

Production de l'énergie (PE)

- PE1 – Production de l'énergie électrique
- PE2 – Optimisation de la production
- PE3 – Qualité de l'énergie électrique
- PE4 – Gestion multi-sources

Transport et distribution de l'énergie (TE)

- TE1 – Réseaux électriques intelligents
- TE2 – Gestion de réseau de distribution
- TE3 – Qualité de l'énergie
- TE4 – Protection des réseaux

Utilisation et maîtrise de l'énergie (UE)

- UE1 – Utilisation de l'énergie électrique
- UE2 – Qualité de l'énergie
- UE3 – Réduction des pertes énergétiques
- UE4 – Protection des équipements

Système électrique (SE)

- SE1 – Etude des systèmes électriques
- SE2 – Conception des systèmes électriques
- SE3 – Modélisation des systèmes électriques
- SE4 – Instrumentation des systèmes électriques

Environnement de l'option

Environnement technologique en évolution rapide et continue



Nécessité d'actualiser périodiquement notre offre pédagogique aux besoins des entreprises



Réunion d'un Comité de Pilotage pour consultation sur les évolutions de l'option



Démarche de construction de la formation

Recueil des besoins des industriels

Etude des offres de stage

Vision des élèves et anciens élèves

Veille technologique en GE

Collecte et prise en compte des remarques, des évolutions et des tendances du secteur

Traduction des besoins des entreprises

Traduction en terme de compétences

Réponses à travers une offre pédagogique



Offre pédagogique

FISE « GEDD »

1000 heures de cours et projets sur 2 ans

Cours	Durée
Spécifiques de l'option	400 H
Sciences & Techniques commun	300 H
Projets	75 H
Langues & Humanités et Gestion	225 H

2 stages (10 mois)

Doubles Diplômes

Contrat PRO en 5^{ème} année
(5 Sem. École – 5 Sem. Entreprise – 5 Sem. École
- 7 Mois Entreprise)

Projet ou Semestre à l'étranger

Formation Continue Diplômante

Tronc Commun (I3) : 800 heures

FISA « EEDD »

1800 heures de cours et projets sur 3 ans

Cours	Durée
Sciences de l'ingénieur	250 H
Spécifiques de l'option	550 H
Sciences & Techniques commun	350 H
Projets	200 H
Langues & Humanités et Gestion	450 H



50%
EN ENTREPRISE /
ALTERNANCE
1 MOIS -1 MOIS



2 MOIS
DE MOBILITÉ
INTERNATIONALE
EN 4^{ÈME} ANNÉE

Formation Continue Diplômante

Programme Tronc Commun (I3)

Cours	Durée
Probabilités et Statistiques et Méthodes numériques	57 H
Conversion de l'énergie Electrique	58 H
Contrôle/Commande des systèmes	42 H
Techniques de transmission du signal	38 H
Méetrologie et capteurs	26 H
Signal	43 H
Interfaçage	36 H
Réseaux & Système d'exploitation	50 H
Projet	100 H
Langues & Humanités et Gestion	200 H
Modules aux choix <ul style="list-style-type: none">✓ Conversion de l'énergie✓ Labview/Modél.Numérique✓ Semi-Conducteurs & Mat.Electr.	150 H



Programme de la FISE « GEDD »

4^{ème} année

COURS SPÉCIFIQUES À L'OPTION 225H

UE1 ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (100H - 7 ECTS)

- › Électronique de Puissance - 52h
- › Réseaux Électriques - 48h

UE2 CONVERSION ÉLECTROMÉCANIQUE (50H - 3ECTS)

- › Machines Électriques - 40h
- › Théorie de Transformation - 10h

UE3 MODÉLISATION ET COMMANDE DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES (75H - 5 ECTS)

- › Electronique de Commande - 28h
- › Protections Numériques - 26h
- › Modèles Électromagnétique et Thermique - 21h

SCIENCES & TECHNIQUES COMMUNS

225H

UE4 CONTRÔLE COMMANDE & AUTOMATISMES INDUSTRIELS (75H - 5 ECTS)

- › Commande des Systèmes MIMO - 45h
- › Systèmes Automatisés Industriels - 30h

UE5 DSP & FILTRAGE (75H - 5 ECTS)

- › Architectures Numériques du Traitement Signal - 38h
- › Optimisation et Filtrage - 37h

UE7 RÉSEAUX (75H - 5 ECTS)

- › Réseaux Locaux Industriels - 21h
- › Installation Electrique - 32h
- › Statistiques - 22h

5^{ème} année

COURS SPÉCIFIQUES À L'OPTION : 175H

UE1 MODÉLISATION DYNAMIQUE ET MULTIPHYSIQUE (75H - 6 ECTS)

- › Systèmes Énergétiques Électriques - 39h
- › CAO des Équipements Électriques - 26h
- › Machines Spéciales - 10h

UE1 ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT (100H - 8 ECTS)

- › Qualité de l'Énergie - 22h
- › Convertisseurs à Faible Pollution - 24h
- › Entraînements Électromécaniques - 26h
- › Compatibilité Électromagnétique - 20h

SCIENCES & TECHNIQUES COMMUNS

: 75H

UE3 CONTRÔLE AVANCÉ (75H - 6 ECTS)

- › Commande RST - 35h
- › Identification et Commande Prédicative - 40h



Programme de la FISE « GEDD »

4^{ème} année

LANGUES & HUMANITÉS ET GESTION 150H

UE 8 LANGUES VIVANTES - HUMANITÉS & ENTREPRISE (75H - 5 ECTS)

- › Ateliers P.P.P. - 14h
- › Gestion de l'Innovation - 16h
- › Anglais - 45h

UE 9 LANGUES VIVANTES - HUMANITÉS & ENTREPRISE (75H - 5 ECTS)

- › Simulation de Gestion - 24h
- › Contrôle de Gestion - 21h
- › Anglais - 30h

PROJET 50H

UE 10 PROJET (50H - 5 ECTS)

- › Nouvelles Sources d'Énergie - 28h
- › Projet Développement Durable - 8h
- › Séminaire Développement Durable - 14h

STAGES 15 SEMAINES

5^{ème} année

LANGUES & HUMANITÉS ET GESTION : 75H

UE 5 LANGUES VIVANTES - HUMANITÉS & ENTREPRISE (75H - 7 ECTS)

- › Droit des Affaires - 16h
- › Management RH - 14h
- › Négociation - 20h
- › Anglais - 25h

PROJET : 25H

UE 6 PROJET (25H - 5 ECTS)

- › Projet de Recherche & Développement - 17h
- › Séminaire Développement Durable - 8h

STAGES : 25 SEMAINES



Programme de la FISE « GEDD »

Doubles Diplômés



UQAM

Master
Gestion de Projet

18 mois

18 mois



F'SATI
French South African Institute of Technology

International Master of Science
Electrical & Electronic Engineering



Master 2 3EA - IATE

**Electronique, Energie
Electrique**

Ingénierie de l'Automatique dans le
Transport et l'Energie



Master 2 ISC - ARS

**Mention Ingénierie des
Systèmes Complexes**

Automatique et Robotique des Systèmes
Intelligents



Master 2 ASE - E2D2

**Automatique et
Système Electrique**

Energie Electrique pour le
Développement Durable

12 mois



Programme de la FISA « EEDD »

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR I 250H

- › Mathématiques, statistiques et fiabilité des systèmes
- › Électronique, interfaçage et signal
- › Méthodes numériques et modélisation numériques

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET ENVIRONNEMENT I 550H

- › Électrotechnique et éclairagisme
- › Matériaux électriques et semi-conducteurs
- › Électronique de puissance et machines électriques
- › Énergie électrique, nouvelles sources d'énergie et Smart Grid
- › Systèmes énergétiques électriques et entraînements électromécaniques
- › Qualité de l'énergie
- › Gestion et stockage d'énergie

INSTRUMENTATION, COMMUNICATION, CONTRÔLE-COMMANDE ET SYSTÈMES ÉLECTRIQUES COMPLEXES I 350H

- › Métrologie et capteurs
- › Automatismes et automatique linéaire
- › Électronique de commande et commande des systèmes
- › Protections numériques
- › Réseaux locaux industriels et installation électrique
- › Architecture numérique et traitement de signal
- › Intelligence artificielle et optimisation des nouvelles sources d'énergie
- › Ingénierie des systèmes et CAO des équipements électriques



Programme de la FISA « EEDD »

HUMANITÉS ET GESTION | 200H

- › Management
- › Économie circulaire
- › Gestion
- › Management de projet
- › Innovation
- › Développement durable
- › QHSE

PROJETS | 200H

- › Projets technologiques innovants
- › Projet R&D

LANGUES ET INTERNATIONAL | 250H

- › Anglais
- › Mobilité internationale (2 mois)

FORMATION ACCESSIBLE AUX :

- › DUT : Génie Électrique et Informatique Industrielle, Mesures Physiques, Génie Industriel et Maintenance
- › BTS : Électrotechnique, Maintenance des Systèmes option B et C, Systèmes Numériques option B, Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques, Techniques Physiques pour l'Industrie et le Laboratoire, Contrôle Industriel et Régulation Automatique
- › Licence 3 : Tout parcours compatible avec cette formation
- › Prépa ATS



Programme I3AEEDD 2020-2021

<i>Systèmes Electriques</i>	100				
Conversion de l'Energie Electrique	31	EEDD			
Electrotechnique	45	EEDD			GEB
Eclairagisme	24	EEDD			GEB
<i>Instrumentation et contrôle</i>	100				
Automatisme	25	EEDD		PAUC	GEB
Installation électrique	25	EEDD		PAUC	GEB
Métrologie et capteurs communicants	26	EEDD	RIOC	PAUC	
Automatique linéaire	24	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
<i>Electronique Informatique</i>	150				
Electronique Numérique/Analogique	25	EEDD	RIOC		
Informatique (mise à niveau)	75	EEDD		PAUC	
Systèmes d'information	50	EEDD	RIOC	PAUC	
<i>Sciences de l'ingénieur</i>	75				
Outils mathématiques	38	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
Outils mathématiques	22	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
Méthodes Numériques	15	EEDD	RIOC	PAUC	
<i>Humanités et Entreprises</i>	75				
Conduite de réunion	13	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
Techniques d'expression	24	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
Gestion de Projet	18	EEDD	RIOC	PAUC	
Entreprise & son Environnement	20	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
<i>Langues</i>	75				
Anglais S5	41	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
Anglais S6	34	EEDD	RIOC	PAUC	GEB
<i>Projet</i>	50				
Projet	50				

Partenaires Universitaires pour les projets ou semestre à l'étranger

Canada



THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA

UQÀM

Université du Québec à Montréal

USA



Chilie



VALPARAISO UNIVERSITY

Brésil

UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Angleterre



Brunel University London

Italie



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE

Slovénie

Univerza v Ljubljani



Roumanie



THE TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA

Thaïlande



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
King Mongkut's University of Technology Thonburi

Japon



長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

Chine



上海师范大学

SHANGHAI NORMAL UNIVERSITY

Afrique du Sud

F'SATI
French South African Institute of Technology

rd AROQUIADASSOU



Partenaires Industriels

ENEDIS
L'ELECTRICITE EN RESEAU

NORDEX

h2air

Valeo
SIEMENS

VINCI

Valeo

ACTEMIUM

EDF

Cegelec

ALSTOM

BOUYGUES
ENERGIES & SERVICES

EPI
ETUDES ET PROJETS INDUSTRIELS

comeca
power

EIFFAGE
ÉNERGIE

Clemessy
HOMMES D'INDUSTRIE

infineon



ENGIE
Ineo

THALES



RENAULT

Rte

Réseau de transport d'électricité

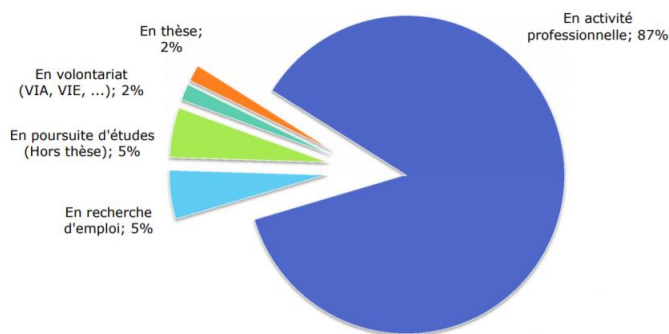
Schneider
Electric

Devenir des ingénieurs

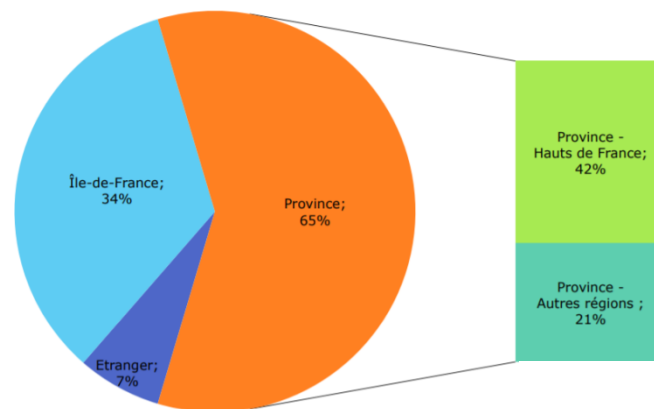
Enquête sur les diplômés 2019

6 mois après l'obtention du diplôme

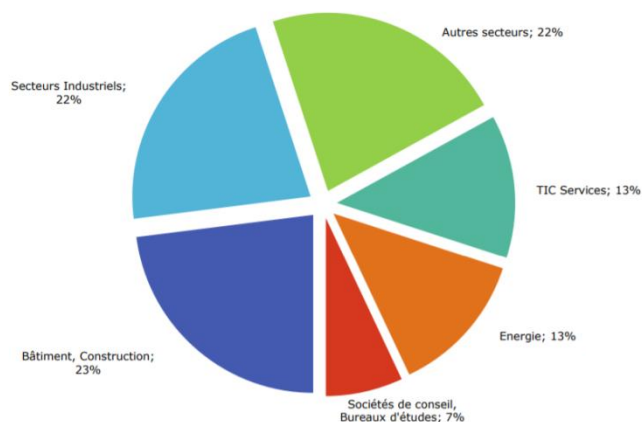
Situation des diplômés



Lieu de travail



Secteurs d'activités



Salaire d'embauche :

- . 37 840 € avec primes, brut, annuel
lieu de travail en France
- . 34 580 € hors primes, brut, annuel
lieu de travail en France



Promo GEDD



Exemples de stage dans le secteur **ENERGIE**

➤ **PFE – 2018 – ENEDIS (Amiens - 80)**



✓ Solutions d'alimentation SMART de site de forte puissance

➤ **PFE – 2016 – MAIA EOLIS (Estrées Deniécourt - 80)**



✓ Etudes de raccordement électrique des parcs éolien sur le réseau

➤ **PFE – 2016 – ERDF (Amiens – 80)**



✓ Mesure de température d'un câble HTA en exploitation

Stage – 2016 – ENAP (Chili)



✓ Études d'intégration de la production de l'énergie électrique dans l'ENAP

➤ **Stage – 2016 – SB ENERGY (Bailleul – 59)**



✓ Mise en place d'un modèle de calcul pour la prédiction du ratio d'autoconsommation pour installation photovoltaïque

Stage – 2016 – H2AIR (Amiens - 80)



✓ Etudes de raccordement électrique des parcs éolien sur le réseau

Exemples de stage dans le secteur TRANSPORT

➤ **PFE – 2018 – THALES AVIONICS ELECTRICAL SYSTEMS (Chatou - 78)**



✓Active filters for aircraft applications

➤ **PFE – 2018 – VALEO Siemens eAutomotive (Cergy - 95)**



✓Etude Pré-Charge du réseau HT du véhicule électrique à partir de la batterie 12V avec la topologie Flyward

➤ **PFE – 2018 – ELSYS Design (Cachan - 94)**



✓Smart Skateboard

➤ **PFE – 2016 – SEGULA MATRA AUTOMOTIVE (Montbéliard - 25)**



✓Méthode de pré-dimensionnement d'un moteur électrique

➤ **Stage – 2016 – INFINEON Technologies France (Le Puy Sainte Reparade – 13)**



✓Contribution au contrôle prédictif de véhicules hybrides

➤ **Stage – 2016 – Eiffage Energie Ferroviaire (Fontenay sous-bois - 94)**



✓Assistant chargé d'affaires sur les projets des portes palières de la ligne 4 du métro parisien

Exemples de stage dans le secteur INDUSTRIE

➤ **PFE – 2016 – BASIS EP (Saint Quentin - 02)**

✓ Conception et production d'un convertisseur résonnant de 7kW



➤ **PFE – 2018 – SAINT-GOBAIN GLASS (Thourotte - 60)**

✓ Pilotage d'un vitrage chauffant



➤ **PFE – 2016 – E. BOURGEOIS (Dommartin - 80)**

✓ Etude des matériaux isolants à grande rigidité diélectrique et de conductivité thermique élevée pour les applications en électrotechniques HT



➤ **Stage – 2016 – KERRY SAVOURY INGREDIENTS (Blendecques - 62)**

✓ Supervision, régulation et automatisation d'une ligne de production



➤ **Stage – 2016 – GENZYME POLYCLONALS SAS (Lyon - 69)**

✓ Réalisation des cycles de préparation des filtres clarifiants et Etude du basculement du système de contrôle commande



➤ **Stage – 2016 – PLANETE CHANVRE (Aulnoy – 77)**

✓ Analyse et programmation de cycle automatique sur une chaîne de production de chanvre



Exemples de stage dans le secteur TERTIAIRE

- **PFE – 2018 – SDEL Grands Projets Immobiliers (Puteaux - 92)**

✓Assistant responsable d'affaires



- **PFE – 2016 – ACTEMIUM SENLIS (Verneuil en Halatte - 60)**

✓Qualité des réseaux électriques et efficacité énergétique



- **PFE – 2018 – EIFFAGE ENERGIE SYSTEMES (JONAGE - 69)**

✓Assistant responsable d'affaires



- **PFE – 2016 – EIFFAGE ENERGIE Infrastructures Nord (Beauvais - 60)**

✓Assistant responsable d'affaires



- **Stage – 2016 - GED NORD PICARDIE (Choisy-Au-Bac - 60)**

✓Assistant responsable d'affaires



- **Stage – 2016 – CEGELEC (Glisy - 80)**

✓Assistant bureau d'études : Offres Smart Bâtiments Tertiaire



Objectif

Vérifier les capacités maximum de température et d'intensité des câbles de distribution publique.

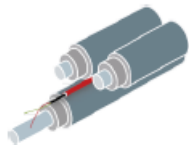
Expérimentation

Mesures régulières de la température d'un câble de raccordement éolien souterrain en exploitation puis analyse des données collectées.



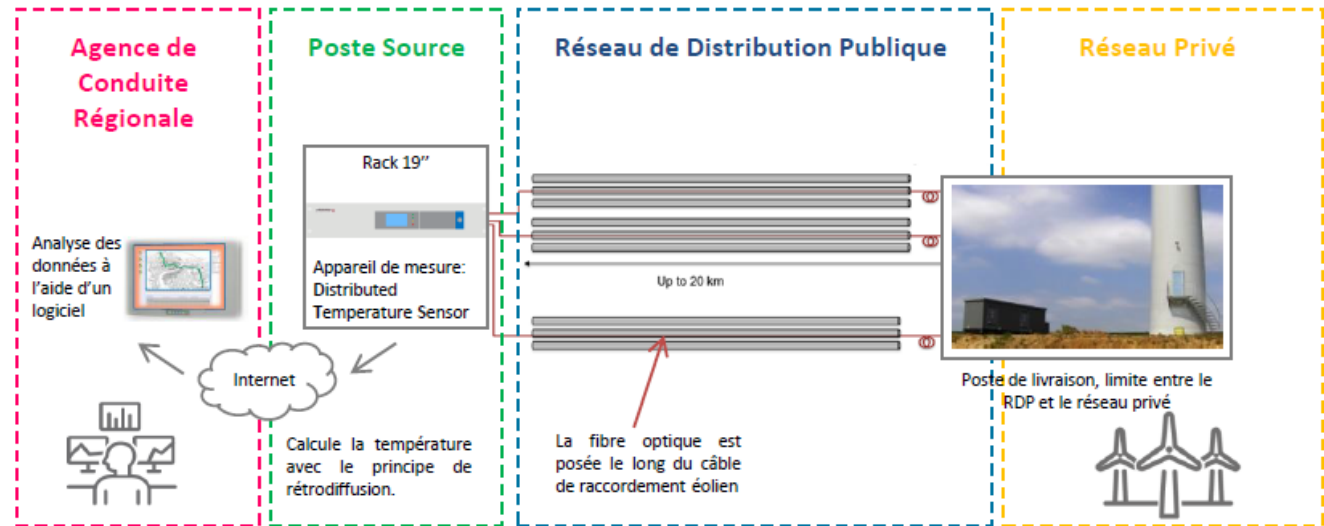
Solution proposée

Mesure de température à l'aide d'une fibre optique posée au contact du câble moyenne tension

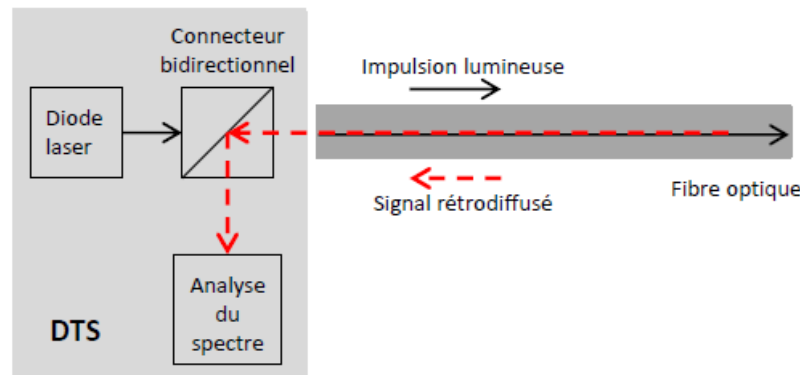


Pose de la fibre au centre du trèfle

Schéma de gestion



Principe de rétrodiffusion



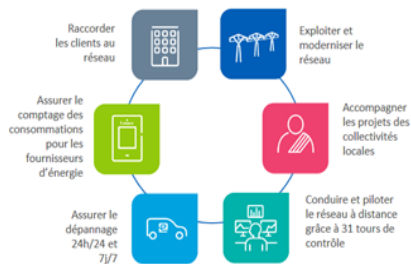
Finalités pour Enedis

- ✓ **Smart grid** : maximisation de l'utilisation des câbles HTA
- ✓ Investissements au plus juste afin de **limiter les travaux**
- ✓ Déterminer un **modèle de vieillissement** des câbles
- ✓ **Gestion des risques** sur de l'augmentation de puissance
- ✓ **Reproductible** pour d'autres applications

L'entreprise

Enedis est le principal gestionnaire de réseaux français avec 95% du territoire

Les missions d'ENEDIS



Ma mission

ENEDIS se doit de garantir une bonne anticipation de l'évolution des réseaux dont il est le gestionnaire, je dois réaliser un **SCORE** « Schéma d'Orientation des Réseaux Electriques ».

L'Objectif

Etudier l'évolution future du réseau HTA, les contraintes (chute de tension, surcharge des lignes, problèmes structurelles...) sur un secteur géographique définit.

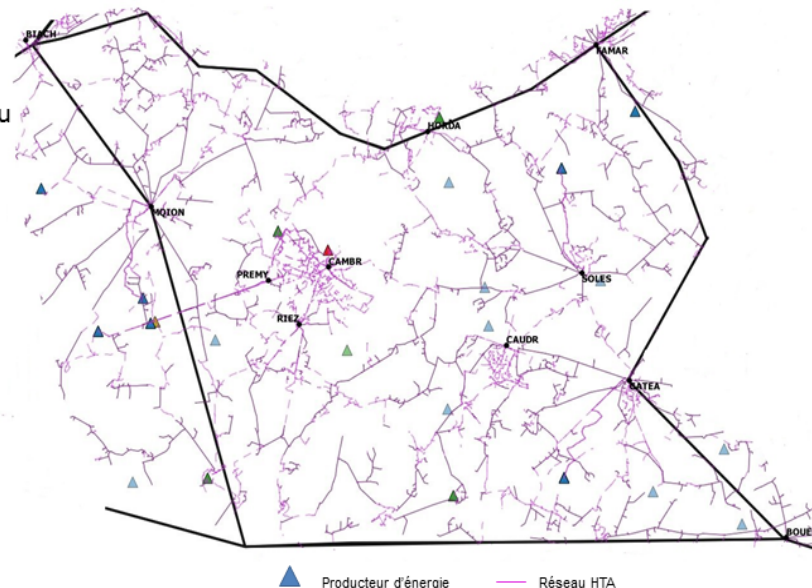
Qu'est-ce que le SCORE ?

- ➔ Est une **vision structurelle et patrimoniale** du réseau à long terme
- ➔ Répond aux **exigences de qualité et de continuité de la desserte**
- ➔ **Respecte** :
 - les exigences réglementaires,
 - les politiques de développement de réseau.
- ➔ **Est établi à partir** :
 - de l'état actuel du réseau,
 - des prévisions d'évolution des charges,
 - des évolutions du réseau de transport.

Les étapes d'un SCORE

- ➔ Diagnostic des forces et faiblesses de l'état du réseau HTA.
- ➔ Une cible long terme (typiquement 30 ans) : les orientations structurelles souhaitables de développement des réseaux et des postes-sources.
- ➔ Une coupe moyen terme (typiquement 10 ans) :
 - les opérations de levée de contraintes électriques.
 - les opérations imposées par les politiques de développement de réseau.

Réseau HTA secteur du Cambrésis

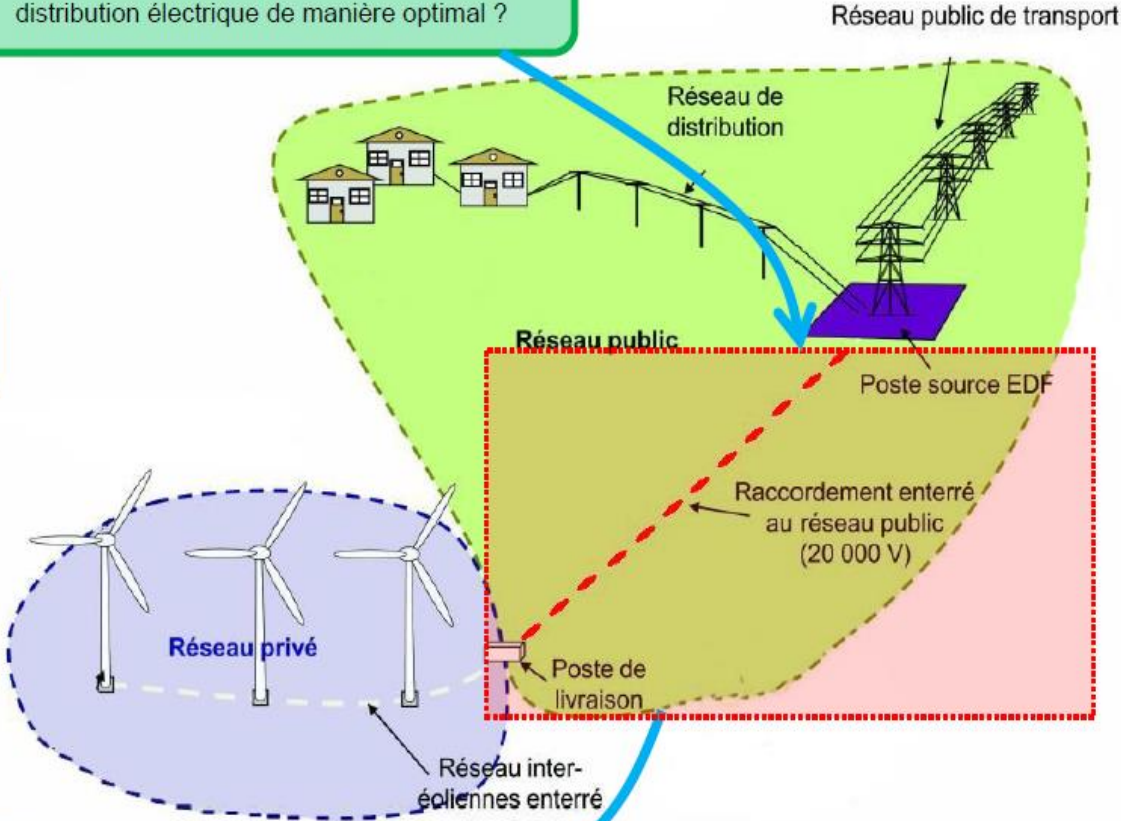
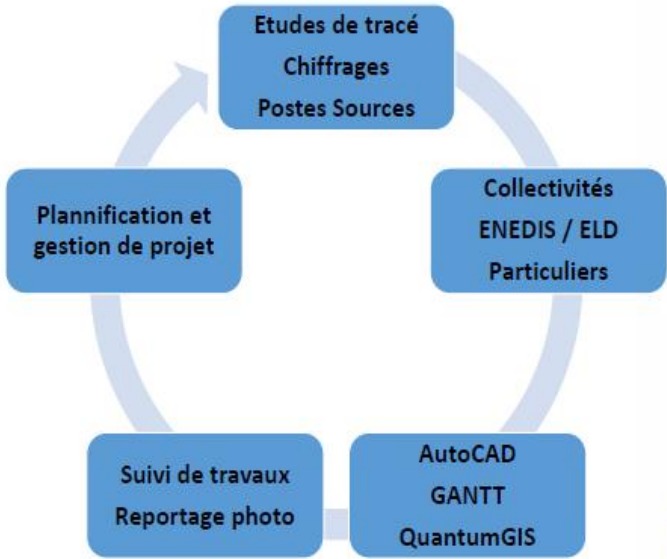


Finalités pour Enedis

- ✓ Une feuille de route pour l'anticipation de l'évolution des réseaux
- ✓ l'intégration du réseau de distribution dans la transition énergétique

La Problématique:
Comment raccorder un parc éolien au réseau de distribution électrique de manière optimale ?

LES COMPETENCES ACQUISES



Les Résultats

- ✦ **Raccordement et Mise En Service** d'un parc de 6 turbines.
- ✦ **Raccordement provisoire** de PDL vers PDL d'un parc de 4 turbines.
- ✦ **Avancée des phases** de raccordement.

Les missions :

- 12 projets de raccordement
- Réalisation des **études technico-économiques**
- Recherche / Comparatif / Proposition** de tracé à ENEDIS
- Négociation / Validation / Choix de tracé**
- Suivi phase de travaux** de raccordement

EPR



EPR (réacteur européen à eau pressurisée) est la troisième génération de réacteur nucléaire.

4 EPR sont en cours de construction :

- Olkiluoto, Finlande
- Flamanville, France (FA3)
- 2 réacteurs à Taishan, Chine

Avantage :

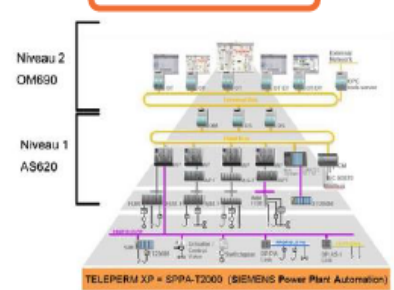
- Une meilleure sûreté
 - Une protection de l'environnement renforcée
 - Une meilleure efficacité économique
- Une durée de fonctionnement prévu à 60 ans

En 2012, l'Autorité de Sûreté britannique a délivré l'autorisation de site nucléaire pour la construction d'un EPR à Hinkley Point C.

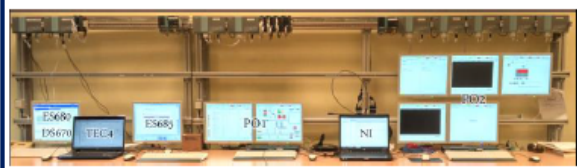
La plate-forme SPPA-T2000 S5 de SIEMENS est utilisée pour le contrôle-commande standard pour EPR Flamanville.

L'évolution de cette technologie, le SPPA-T2000 S7 est aujourd'hui à l'étude pour le projet EPR-UK à Hinkley Point.

SPPA T – 2000



- Niveau 0 : capteurs, actionneurs
- Niveau 1 : armoire d'automatisme (processeur d'automate, cartes d'entrée/sortie ou cartes FUM)
- Niveau 2 : OM690, unité processeur, unité serveur



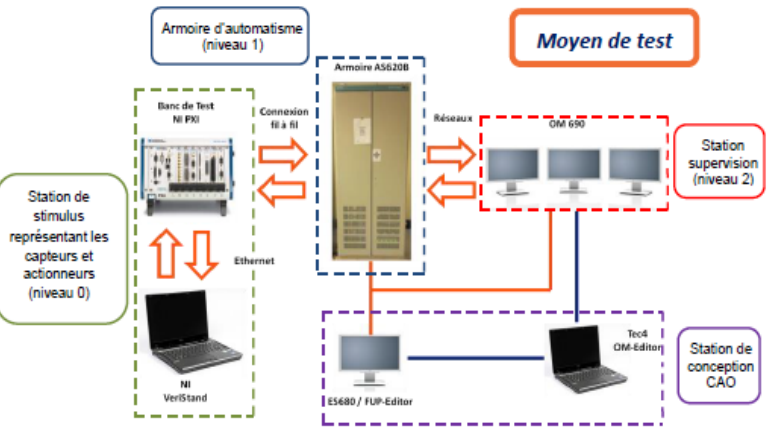
SPPA T – 2000 S7 Chatou

- ES680/DS670 : Station d'ingénierie de la plateforme
- PC Teo4 : Station de conception CAO de l'automate
- PO1, PO2 : Poste opérateur informatisé
- PC NI : Station de banc de test National Instruments
- AS620 : Armoire d'automatisme
- AP : Processeur de l'automate
- FUM : Carte d'acquisition/restitution

Armoire AS620

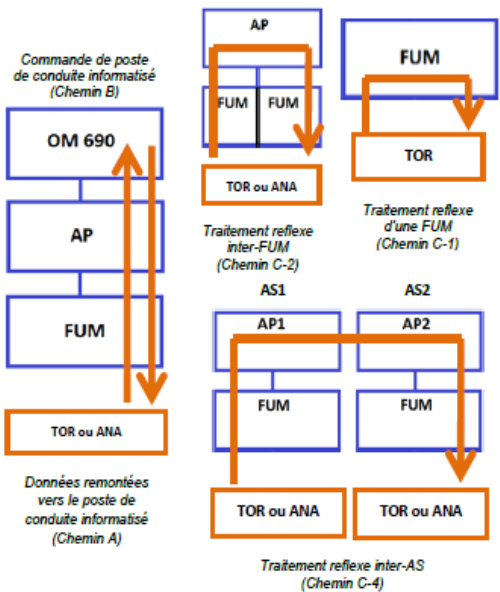


Moyen de test

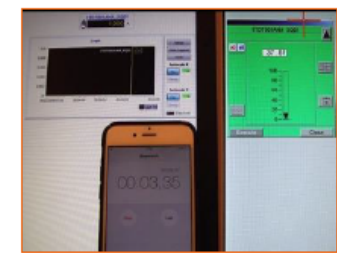


GI – Temps de Transit

Les GI (Groupe d'Investigation) sont les thématiques techniques qui sont réutilisées dans l'optique d'évaluer les différentes caractéristiques de la plateforme SPPA-T2000 S7. Pour le GI – Temps de Transit, différents chemins ont été testés afin d'apprécier globalement et dans le détail le comportement et les performances du système étudié vis-à-vis du temps de transit de certaines informations à l'intérieur de ce système.

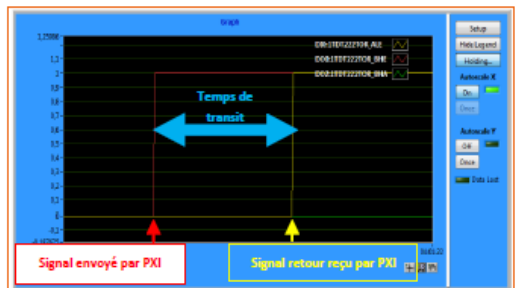
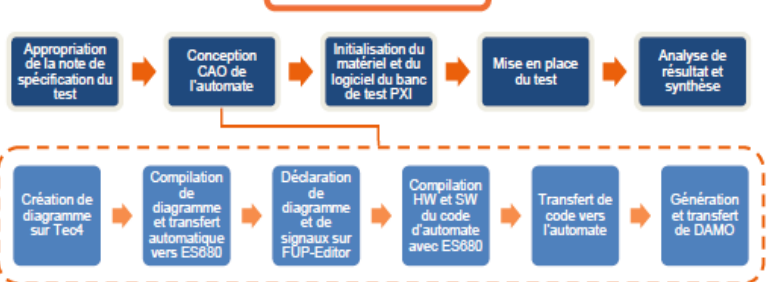


Méthode de Mesure de Temps



Mesure de temps avec un chronomètre suivi par l'analyse vidéo pour les tests concernant des chemins A (remontée de variable sur poste de conduite informatisé) et B (commande de poste de conduite informatisé).
Précision : 33ms.

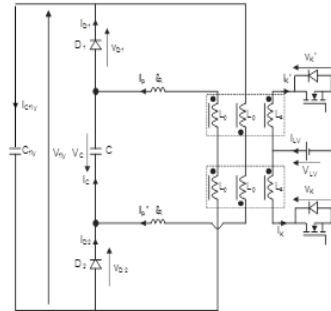
Etapes de Test



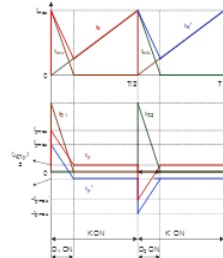
Mesure de temps avec le log PXI pour les tests du chemin C (traitement reflexe).
Précision: Jusqu'à 10ms.

SOLUTIONS ÉTUDIÉES

Flyward reverse



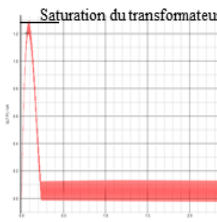
L'étude a été faite avec des diodes qui remplacent les diodes intrinsèques dans les MOSFETs puisqu'ils ne sont pas commandés. Un chevauchement a été fait entre les commandes des MOSFETs secondaires afin d'éviter de laisser une source de courant ouvert. Elle se comporte comme deux flyback entrelacés. Elle a quatre phases de fonctionnement :



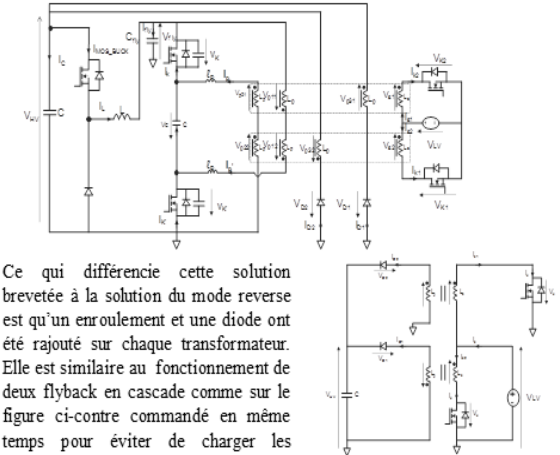
- Phase 1: D1 « ON », K « OFF »
- Phase 2: D1 « OFF », K « ON »
- Phase 3: D2 « ON », K' « ON »
- Phase 4: D2 « OFF », K' « ON »

Cette solution n'a pas été retenue :

- Commutations ZVS des interrupteurs HV non maîtrisées en mode pré-charge
- Courant d'appel non maîtrisé lors de la pré-charge (risque de saturation du transformateur Flyward)

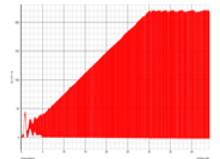


Solution brevetée



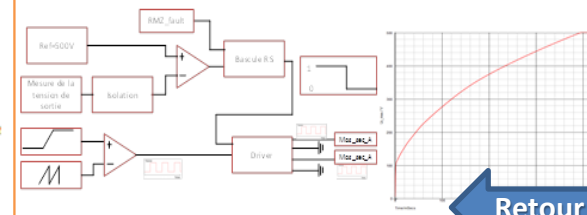
Ce qui différencie cette solution brevetée de la solution du mode inverse est qu'un enroulement et une diode ont été rajoutés sur chaque transformateur. Elle est similaire au fonctionnement de deux flyback en cascade comme sur la figure ci-contre commandés en même temps pour éviter de charger les condensateurs de la partie du flyward.

Maîtrise de la saturation du transformateur



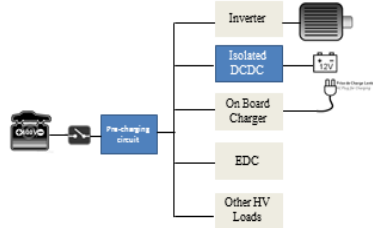
Commande :

Pour la génération du PWM, la dent de scie est comparée avec une rampe pour pouvoir faire un soft start afin de maîtriser la saturation du transformateur.



[Retour](#)

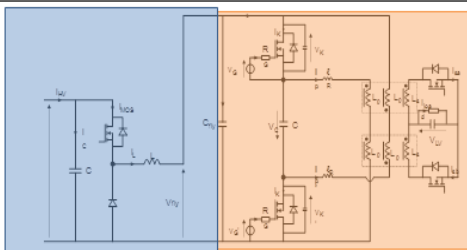
Contexte: Pré-charge des condensateurs du réseau haute tension qui sont en entrée de chaque convertisseur à partir de la batterie 12V du convertisseur DC-DC



Cahier de charge:

- Tension d'entrée : 12 V
- Tension de sortie : 500 V
- Temps de pré-charge : 200 ms
- Capacité équivalente à charger : 2 mF

Convertisseur DC-DC



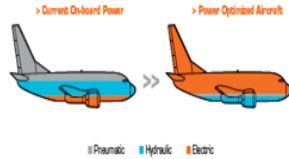
Buck:

Flyward:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ➢ Fréquence fixe (fsw = 140kHz) | ➢ Fréquence fixe (fsw = 140kHz) |
| ➢ Rapport cyclique variable (régulation VLV) | ➢ Rapport cyclique fixe (dflly = 1/2) |
| ➢ Hard switching | ➢ Soft switching (ZVS-HV) |
| | ➢ Redressement synchrone (LV) |
| | ➢ Isolation galvanique |

Context

The electrification of aircrafts is often synonym of reduction of kerosene consumption and lower atmospheric pollution which is true. But each action have consequences.



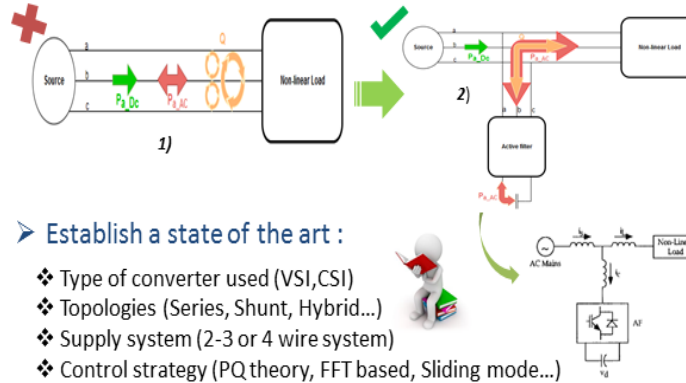
In the meantime, it is raising new challenges for the companies such as designing new electrical architectures and components for the aircrafts. **Electrical equipment creates perturbations** while it is working. The reduction of them is a big challenge and the main concern of the work presented here, specially regarding to harmonics.

The interests of having more electrical aircrafts and harmonic compensation systems are listed :

- Volume
- Pneumatic use
- Mass
- Hydraulic use
- Premature Aging
- Hydraulic use
- Power on-board
- Energy efficiency
- Safety
- Preventive maintenance

Development

➤ Development of the active filter to compensate harmonics :



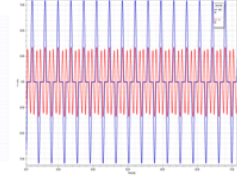
➤ Establish a state of the art :

- ❖ Type of converter used (VSI, CSI)
- ❖ Topologies (Series, Shunt, Hybrid...)
- ❖ Supply system (2-3 or 4 wire system)
- ❖ Control strategy (PQ theory, FFT based, Sliding mode...)

➤ Solution development step by step :

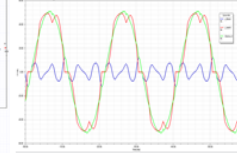
• Monophasic

Load and active filter currents



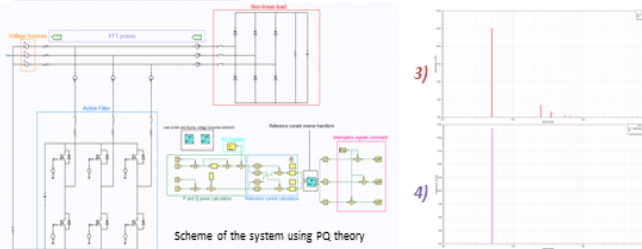
• Three-phase

Load, source and AF currents



Results

Simulation in Simplorer

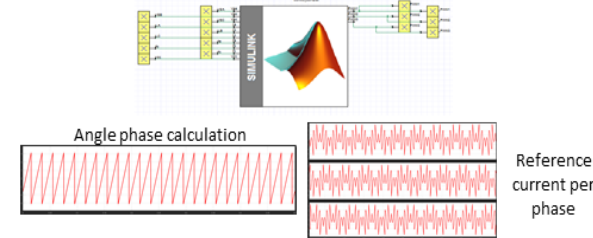


The filter current offsets the harmonic ones from the load to make the source current spectrum clean

Conclusion

Different models have been created in order to test industrial solutions. The idea is to see if they will be or not, valid to aircraft electrical networks. Those networks have higher constraints level than the others. So the solution developed will have to be able to resist and perform good harmonic elimination in harsh conditions.

Co-Simulation using the rotating frame theory



Retour

1) Without filter, bad power transfer s and losses , 2) With filter, harmonics are transparent from the source , 3) Load and active filter currents FFT, 4) Resulting spectrum

OBJECTIF :
Basé sur un skate Yuneec EGO-2, l'objectif de la mission vise à remplacer l'ensemble de l'électronique et logiciel embarqué sur le skateboard pour implémenter de nouvelles fonctionnalités innovantes.

EQUIPE :
 Equipe FPGA → E.LANVIN (ESIEE PARIS)
 Equipe HARDWARE → T.RIVIERE (ENSEA) & A.GOPAL (ESIEE AMIENS)
 Equipe SOFTWARE → E.LOISEAU (ESEO ANGERS) & D.DAS NEVES (ENSEA)

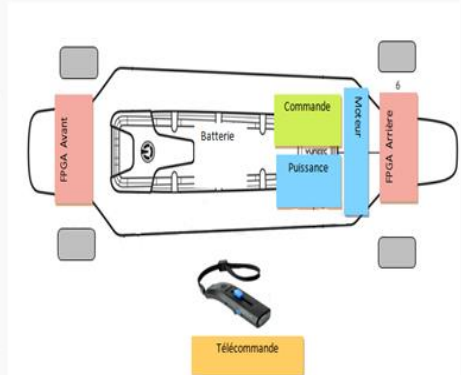
FONCTIONNALITES



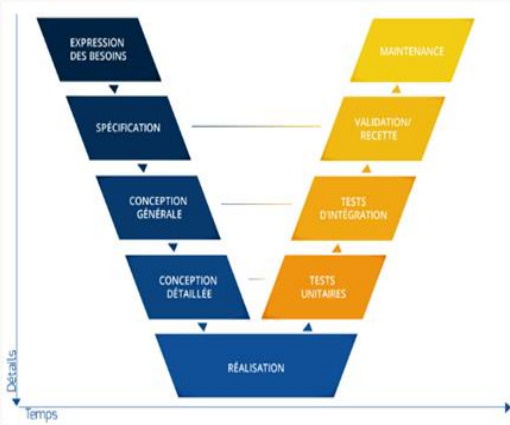
- Télécommande
- Contrôle de la vitesse
 - Commande de l'éclairage
 - Commande du klaxon
 - Contrôle du mode de pilotage et du mode de vitesse
 - Commande des clignotants
 - Indication de niveau de batterie (skate & télécommande)

- Application Android
- Contrôle moteur
 - Guidage & traceur GPS

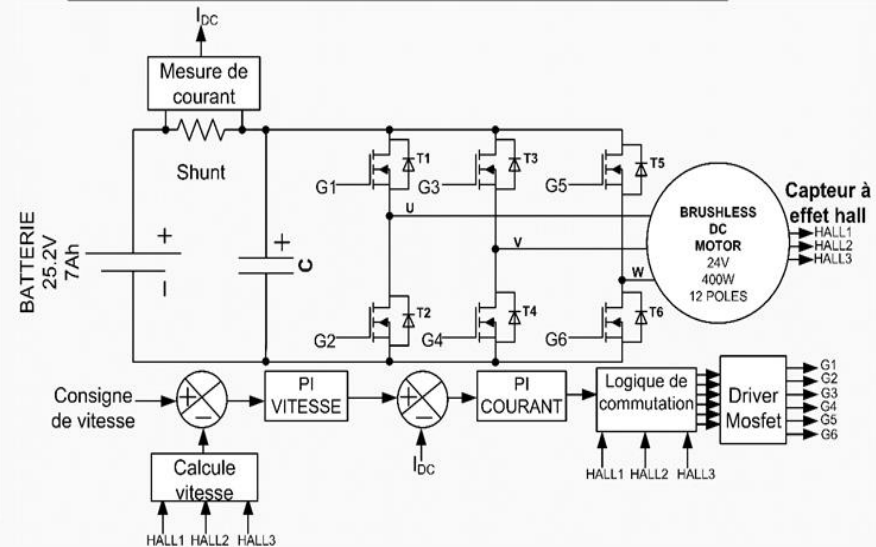
ORGANISATION DU SYSTEME



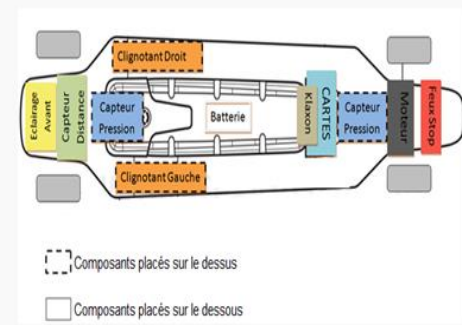
GESTION DE PROJET



ELECTRONIQUES DE PUISSANCE & ASSERVISSEMENT



PLACEMENT DES COMPOSANTS



International Rectifier (IR) est un concepteur et fabricant de semi-conducteurs de pointe dédiés au processus de gestion de l'alimentation.

Objectif :

Développer une nouvelle approche d'une plateforme de gestion de l'énergie pour les véhicules électriques pour la réalisation d'un onduleur de traction.

Réalisation :

Plateforme de gestion d'énergie

« COOLiRDemoBoard™ » :

Architecture centrale par laquelle transfèrent toutes les informations nécessaires au bon fonctionnement des cellules de commutation « IGBT/Diode » pour le pilotage d'un moteur électrique synchrone d'une voiture électrique.

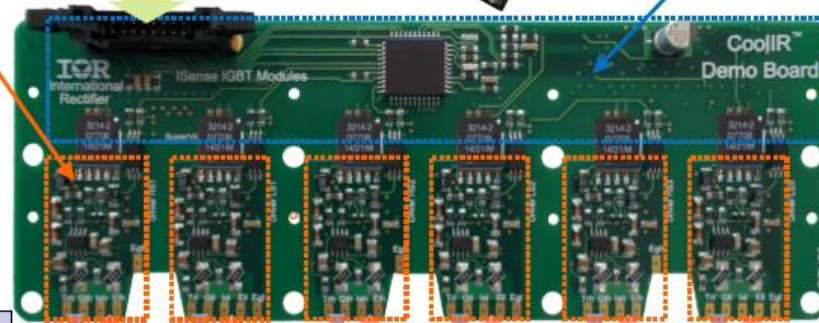
Amplification des signaux de commandes MLI (Drivers HS1) et Protection contre la surcharge (ISense HS1) pour l'IGBT HS1



Bras de pont
(cellules de commutation
HS1 + LS1)

Signaux de commande MLI et d'interactions + Alimentation principale

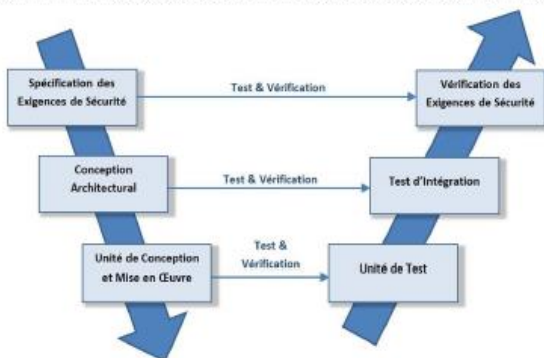
Gestion des signaux de commandes et d'alimentations (Supervisor et Inverter)



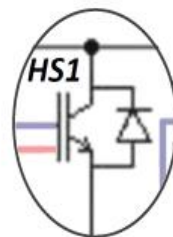
Signaux de commande MLI (amplifiés et corrigés) envoyés sur les IGBT

Signaux provenant des capteurs de courant des IGBT

Photo de la plateforme de gestion d'énergie « COOLiRDemoBoard™ »



Cycle en V des étapes successives d'intégration de la norme ISO26262 sur la plateforme de gestion d'énergie « COOLiRDemoBoard™ »



Cellule de commutation « High Side 1 » composé d'une diode et d'un IGBT avec capteur de courant

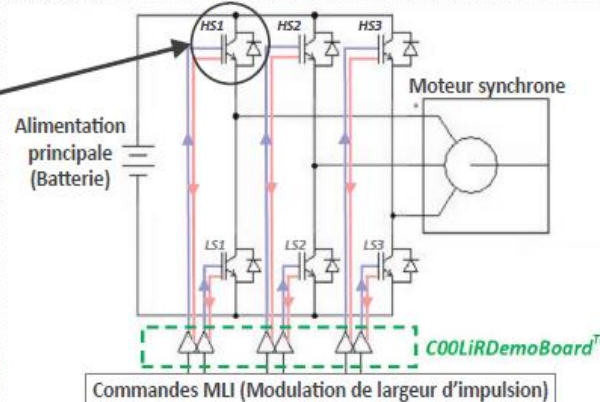


Schéma équivalent de l'onduleur de traction

Capitalisation des ressources de l'entreprise, conception et réalisation de schémas et suivi des fabrications avec les sous-traitants



1

RESUME

L'objectif de ce projet de fin d'études a consisté à étudier et concevoir une alimentation à découpage à double résonance AC/DC d'une puissance de 7kW utilisant une structure comportant un pont monophasé à diodes (PD2) et un convertisseur boost qui vont alimenter un onduleur à double résonance constitué d'un onduleur pont-complet, un circuit oscillant (série et parallèle) qui est formé d'un condensateur en série avec une inductance et en parallèle avec une autre inductance, un transformateur à haute fréquence, un redresseur et un filtre à haute fréquence. Ce convertisseur alimentera une charge résistive et aura un courant de sortie réglable au moyen de sa fréquence de fonctionnement qui sera maintenu entre les fréquences de résonance des circuits oscillants série et parallèle. Comme indiqué sur la figure 1, le réseau triphasé (230V de tension efficace entre phase et neutre et une fréquence de 50Hz), suivi d'un filtre LCL triphasé alimentera 3 modules de convertisseurs et chaque module est constitué d'un convertisseur PFC monophasé et d'un onduleur à double résonance.

2

OBJECTIFS

- Choix de la topologie à double résonance adéquate équipée d'un correcteur de facteur de puissance en amont (Convertisseur PFC)
- Obtenir un facteur de puissance supérieur à 0.95 avec une stabilité de 100 ppm sur 8h
- Obtenir un Taux de Distorsion Harmonique du courant renvoyé sur le réseau inférieur à 5%
- Prendre en compte l'implantation mécanique visant à un encombrement réduit
- Fournir un courant de sortie réglable de 14A à 140A.

4

MODELISATION ET RESULTATS DE SIMULATION

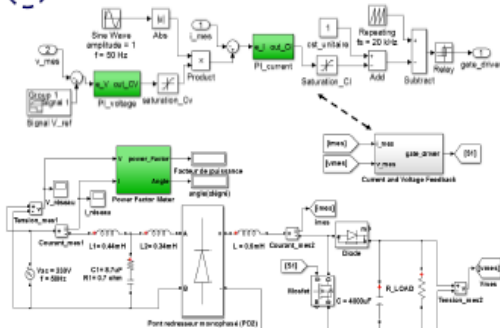


Figure 2: Convertisseur PFC monophasé relié à une source monophasé (partie commande et puissance)

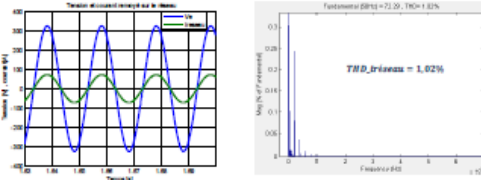


Figure 3: Tension et courant du réseau, FFT du courant renvoyé sur le réseau

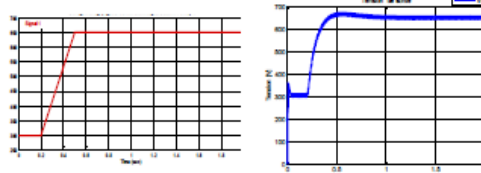


Figure 4: Tension de sortie de référence et tension de sortie du convertisseur PFC monophasé

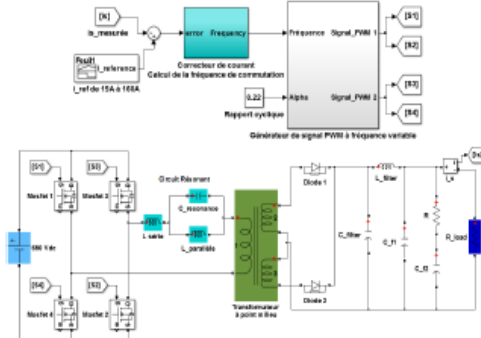


Figure 5: Onduleur à double résonance (partie commande et puissance)

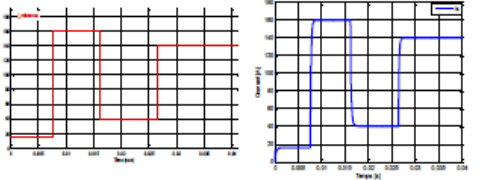


Figure 6: Courant de sortie de référence et courant de sortie de l'onduleur à double résonance

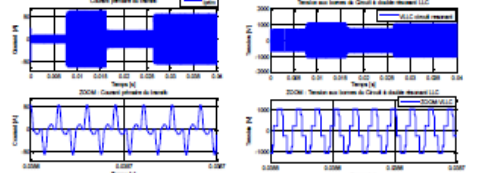


Figure 7: Tension aux bornes du circuit résonant et courant primaire du transformateur

3

SCHEMA COMPLET DU CONVERTISSEUR

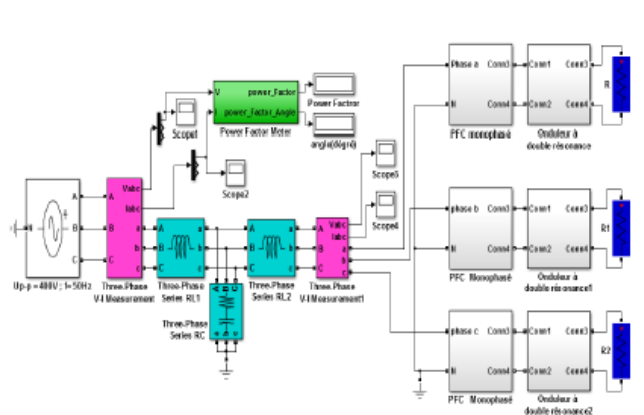


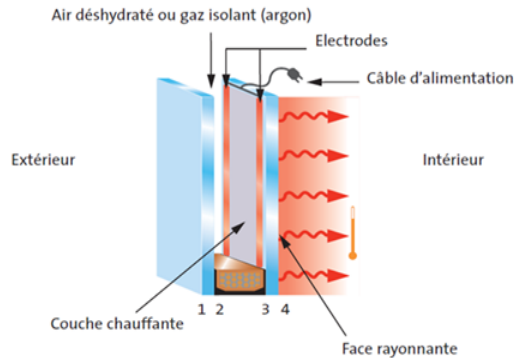
Figure 1: Schéma complet du convertisseur à double résonance (MATLAB Simulink)

5

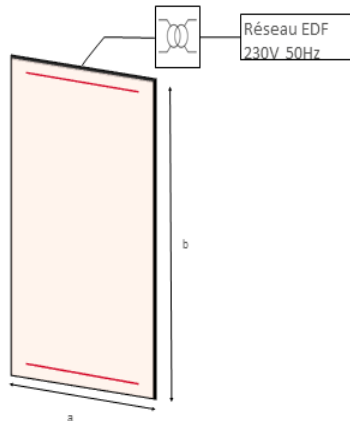
CONCLUSION

- Facteur de puissance obtenu: 0.9998
- Taux de Distorsion Harmonique du courant renvoyé sur le réseau: 1.02%
- Fréquence de découpage élevée (40kHz - 70kHz) pour un encombrement réduit
- Variation du courant de sortie de 14A à 160A avec un rendement du convertisseur de 93%
- Perspectives de continuation: Réalisation de la maquette du convertisseur, effectuer des tests et mesures, évaluer les performances du convertisseur.

Le EGLAS est un vitrage chauffant qui possède une couche à base d'oxydes métalliques. Il convertit l'énergie électrique en chaleur rayonnante.

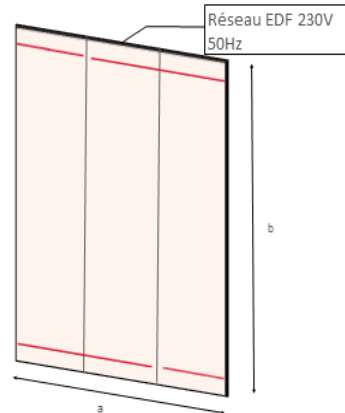


EGLAS génération 1



Le EGLAS génération 1 nécessite un transformateur abaisseur de tension.

EGLAS génération 2



Le EGLAS génération 2 subit une découpe laser qui permet de limiter sa puissance, ce qui rend son process de fabrication compliqué.

Pilotage d'un EGLAS génération 1 à l'aide d'un gradateur afin de remplacer le transformateur qui est inesthétique et encombrant.

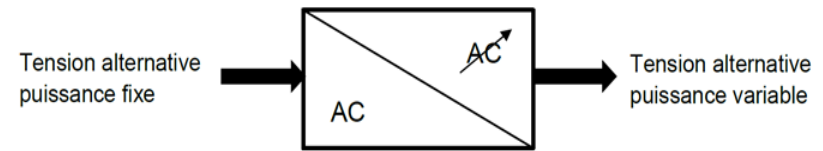
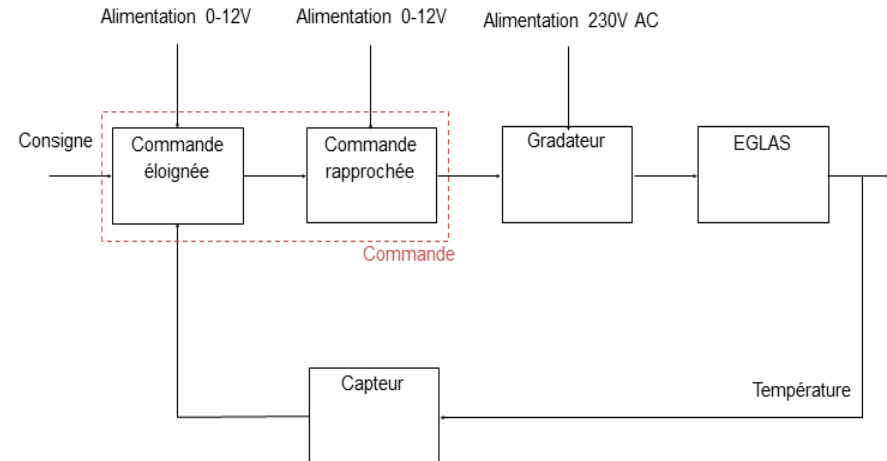


Schéma de principe de la solution:



Logiciel utilisé :

- Proteus
- Arduino IDE
- PSIM

Compétence clés:

- Electronique de puissance
- Programmation C
- Prototypage

Réalisation des études bibliographiques et modélisation de câbles électriques et encoches statoriques par la méthode des éléments finis pour des nouveaux matériaux isolants

Etude bibliographique

- Détermination des caractéristiques physiques, diélectriques et thermiques des matériaux isolants et semi-conducteurs.
- Comportement des enroulements des machines et câbles de transmission d'énergie
- Réalisation de tests diélectriques de DP et thermiques selon normes internationales:
 - IEEE 43
 - IEEE 286
 - IEC 60228
 - IEC 60502-2



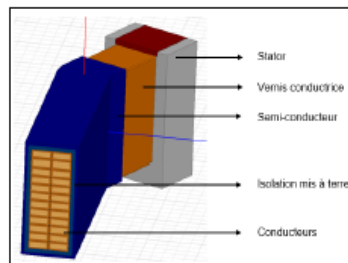
Bobine statorique



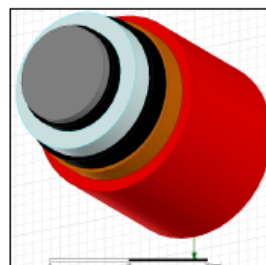
Câble de transmission d'11 kV

Conception et modélisation

- Réalisation des modèles mathématiques sur MATLAB et PSCAD
- Modélisation et analyse par MEF:
 - Câbles électriques moyenne tension
 - Bobinage de machines électriques (têtes de bobine)
 - Distribution de contraintes de tension



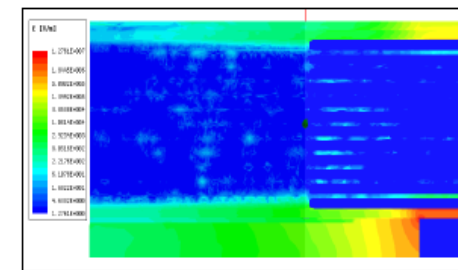
Morceau de bobine statorique par CAO



Section du câble d'11kV par CAO

Résultats de simulation

- Utilisation MAXWELL 3D :
 - Essai Electrostatique
 - Essai Electromagnétique
- Utilisation HFSS-ELECTRONICS
 - Détermination des paramètres de transmission.



Distribution du champ électrique dans une tête de bobine statorique



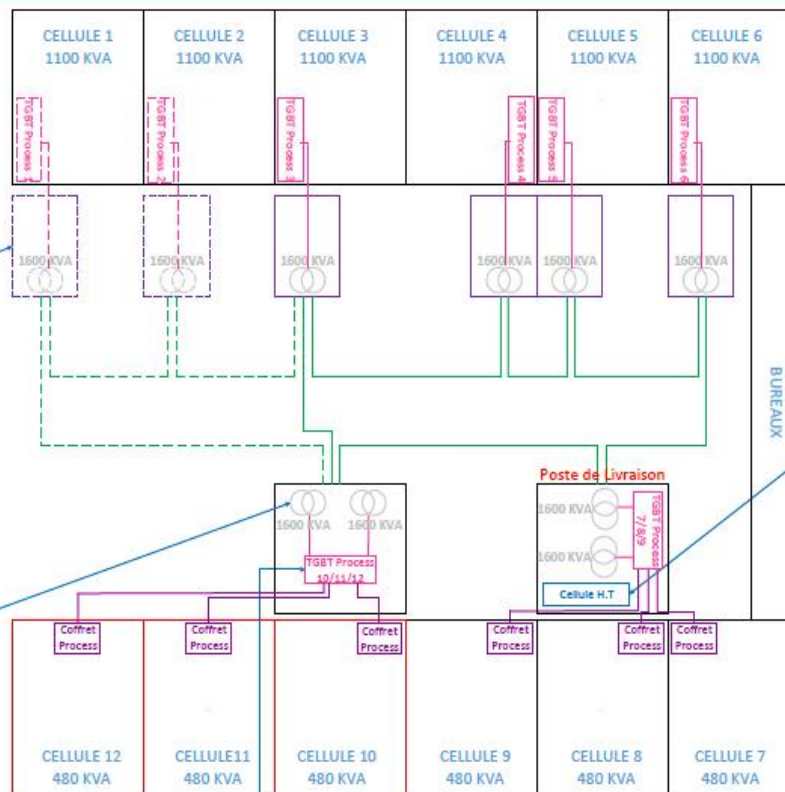
Détermination de pertes diélectriques dans un conducteur

Extension d'un dépôt logistique

DECATHLON



Poste Préfabriqué (Transformateur, Disjoncteur général et Cellule H.T)



Cellule Haute Tension permet la mise sous ou hors tension de portions d'un réseau électrique à haute tension.



Transstockeur s'élevant jusqu'à 20m de hauteur

- Extension du dépôt logistique
- Boucle Haute Tension
- Réseau destiné au Process
- - - Travaux prévus en 2025

Decathlon veut agrandir son entrepôt et le rendre automatisé. C'est-à-dire mettre en place des **transstockeurs**.

Le principal objectif est donc de venir alimenter en puissance l'ensemble du système automatisé (appelé Process) grâce à une **boucle Haute Tension**.

Cela représente environ **9 500 KVA**.



Transformateur 1600 KVA
20 KV/400 V



Tableau Général Basse Tension
destiné au Process

Objectif Entretien, maintenance, dépannage et mise à jour de la GTC de la Défense

Problématique Programmer la supervision avec la manière du prédécesseur titulaire du marché pour être transparent par rapport à l'existant



Variable Hors Service

Rôle : Faire une synthèse des défauts d'équipements (escalators et ascenseurs) et de leurs disjoncteurs amonts.

But : Faciliter la remontée d'informations aux mainteneurs à travers le Web Service.

Attribut 10

Rôle : Ajout d'une nouvelle codification dans chaque variable équipement.

But : Faciliter l'identification des équipements aux mainteneurs à travers le Web Service.

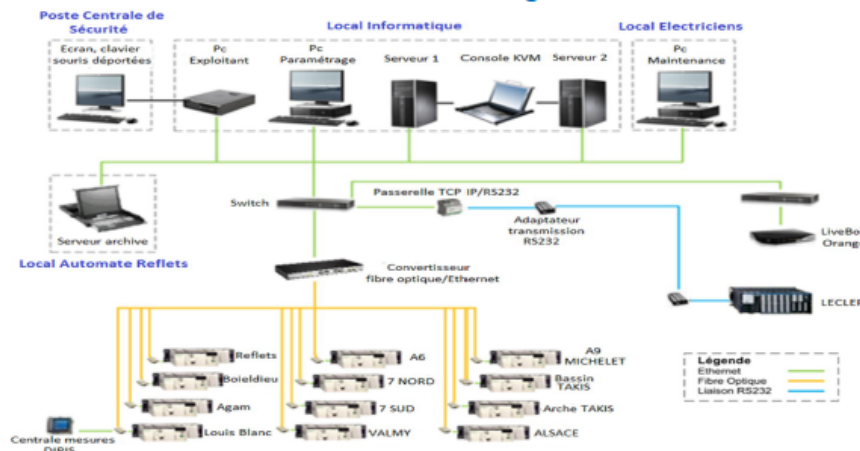
Nouvel archivage

Rôle : Archiver les données concernant les escalators et ascenseurs.

But : Mise en place d'indicateur clef de performance pour la maintenance.



Architecture de la GTC générale



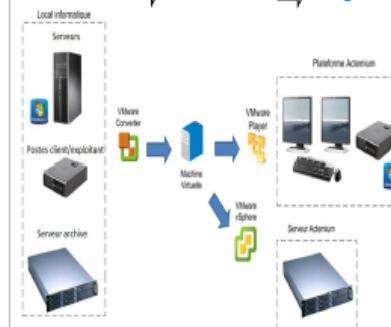
Travaux réalisés

- Maintenances préventives :

- *Baie informatique
- *Armoires automatées
- *Tests de points GTC

- Conception et réalisation d'une plateforme pour le test du Web Service et des mises à jour de la GTC :

Serveurs GTC → Virtualisation → Intégration



- Développement et déploiement de nouvelles mises à jour de la GTC

- Programmation et paramétrage des requêtes XML pour le Web Service :



Retour

Réponse aux Appels
d'Offres

Réalisation des Etudes
d'Executions

Gestion
d'Approvisionnement

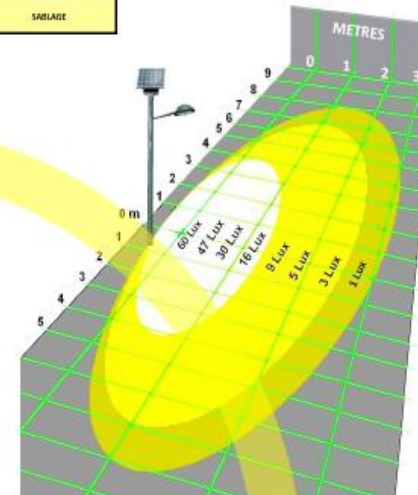
Planification des
Travaux

Exécution et Suivi des
Travaux

Contrôle des Ouvrages
Exécutés

Réception de
Chantier

Elaboration du Décompte
Général et Définitif



SUIVI D'AFFAIRES
TECHNIQUE, FINANCIER et MANAGÉRIAL
Electrification Urbaine et Mise en Lumière



Entreprise Eiffage Energie Systèmes

- Optimiser les process industriels
- Répondre aux besoins de la ville de demain
- Rapprocher et connecter les territoires
- Rendre les bâtiments plus intelligents, au service des occupants



Missions & Objectifs

- ❖ Consultations et négociations
- ❖ Lecture et réalisations de plans
- ❖ Planification & Suivi financier
- ❖ Choix matériel technique, commande et mise en œuvre
- ❖ Découverte du terrain & Suivi de l'avancement des travaux
- ❖ Management d'équipe et des moyens techniques
- ❖ Être garant du respect des règles de sécurité, de qualité et d'environnement
- ❖ Gestion de A à Z du lot **GTB** (Lecture du CCTP jusqu'à la mise en service)

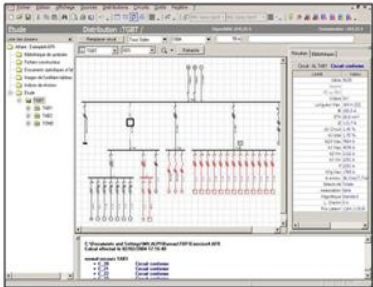


GRAND HÔTEL-DIEU

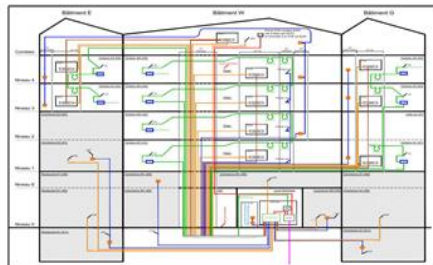
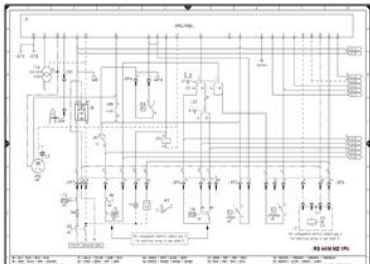
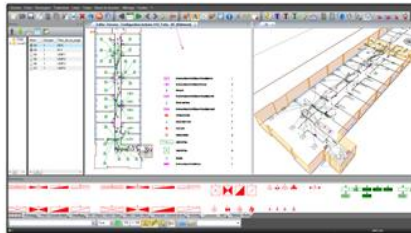


Etudes, Réalisations et Vérifications

Calculs et dimensionnements électriques



Plans, Schémas et Synoptiques



Gestion Technique du Bâtiment

- ✓ Lecture du CCTP
- ✓ Prise de connaissance GTB
- ✓ Choix Techniques
- ✓ Commandes et mises en œuvre
- ✓ Gestion financière
- ✓ Relationnel
- ✓ Satisfaction Client



Présentation du projet

- ➔ Un bâtiment de jonction pour relier les terminaux Sud et Ouest.



Plan aérien du futur bâtiment de jonction

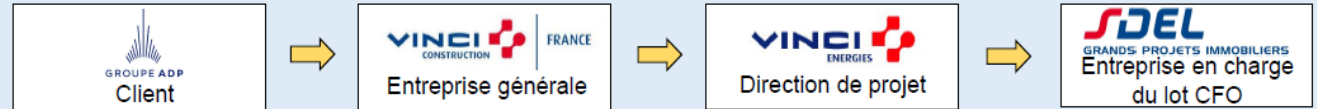
- ➔ Bâtiment de 80 000 m² desservant 4 passerelles supplémentaires.
- ➔ Evolution de la capacité de 30 millions à 32,5 millions de passagers.
- ➔ Investissement de 385 millions d'euros par le Groupe ADP.
- ➔ Période des travaux : 2015 - 2019

Tuteur Entreprise :
M. Jacques de VULLIOD

Tuteur ESIEE :
M. Gérard AROQUIADASSOU

Projet de fin d'études effectué
du 8 janvier 2018 au 29 juin 2018

Organisation du projet



Trois missions principales

Commissionnement

- ➔ **Commissionnement :** Processus d'assurance qualité visant à s'assurer que les performances exigées pour les différents systèmes du bâtiment seront respectées.
- ➔ Vérification avec les notes de calcul que les exigences définies dans le CCTP seront correctement remplies.
- ➔ Découverte des notions d'IRC (indice de rendu des couleurs) et d'UGR (taux d'éblouissement).
- ➔ Remplissage d'un tableau de synthèse de ces informations.
- ➔ Participation à des réunions sur le commissionnement entre le client et les différents corps d'état.

Mission en bureau d'études

- Traitement d'un ordre de service (demande supplémentaire du client) concernant l'aménagement d'une zone « poste inspection filtrage ».
- ➔ Implantation des alimentations demandées et raccordement des différents éléments sur AutoCAD.
 - ➔ Détermination des sections de câbles et des départs d'alimentation selon les installations déjà existantes.
 - ➔ Mise à jour des documents (liste de consommateurs, carnet de câbles).

Suivi de levée des réserves

- ➔ Identification des sujets et repérage sur site.
- ➔ Contact avec sous-traitants pour reprise.
- ➔ Suivi régulier de l'avancement des reprises.
- ➔ **Travail complémentaire :** Renseignements sur choix des sections de câbles, sur tenants et aboutissants.

Suivi de préparation pour mises sous tension

- ➔ Repérage des lieux des alimentations.
- ➔ Vérification du raccordement du tenant et de la disponibilité de l'aboutissant pour raccordement.
- ➔ Suivi d'avancement avec chefs de chantier concernés.
- ➔ **Travail complémentaire :** Renseignements sur choix des sections de câbles, sur tenants et aboutissants.

Activités et missions annexes

- ➔ Participation à un partage d'expériences.
- ➔ Participation à une réunion de CISSCT et à des réunions de « 1^{er} de série ».