

Ingénieurs ISAE-CNAM

Programme 2017-2018

Troisième année



SCIENCES DE L'INGÉNIEUR 5

Avionique et Systèmes Embarqués	6
Systèmes de navigation	6
Systèmes de communication	7
Antennes, principes mis en jeu et réalisations – Radar : principes de base, performances et applications	7
Automatique avancée pour le Pilotage-Guidage-Navigation	8
Avion plus électrique	8
Ingénierie Dirigée par les Modèles pour les Systèmes Embarqués Critiques	9
Ordonnancement temps réel	9
Introduction aux réseaux	10

SPÉCIALITÉ AÉRONAUTIQUE ET SPATIALE 11

Cycle de conférence « Le monde aéronautique » ...	12
Systèmes aéronautiques	12
Réseaux embarqués	13
Essais en vol	13
Environnement spatial et orbitographie des systèmes spatiaux.....	14
Conception, architecture et opérations des systèmes orbitaux.....	14
Pilotage-Guidage pour drones	15
Véhicules Autonomes	15

SCIENCES HUMAINES

ÉCONOMIQUES ET SOCIALES 17

Conduite de projets	18
Stratégie d'entreprise	19
Anglais	20

PROJET 21





SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Avionique et Systèmes Embarqués	6
Systèmes de navigation	6
Systèmes de communication	7
Antennes, principes mis en jeu et réalisations – Radar : principes de base, performances et applications	7
Automatique avancée pour le Pilotage-Guidage-Navigation	8
Avion plus électrique	8
Ingénierie Dirigée par les Modèles pour les Systèmes Embarqués Critiques	9
Ordonnancement temps réel	9
Introduction aux réseaux	10

11 h

AVIONIQUE ET SYSTÈMES EMBARQUÉS

SI-C-1

Responsable : Jacques MANDLE

OBJECTIFS :

- ➔ décrire les techniques de mesure anémobariométriques;
- ➔ présenter les hypothèses et l'aspect conventionnel de l'atmosphère standard;
- ➔ présenter les hypothèses et les mécanisations des calculateurs anémobariométriques,
- ➔ présenter les différents composants de la chaîne, des sondes aux visualisations, en passant par les capteurs
- ➔ faire comprendre l'évolution des normes de givrage, et l'impact sur les moyens et systèmes de détection
- ➔ présenter quelques risques atmosphériques, les comprendre et comment s'en protéger

EVALUATION :

Examen (100%) avec documents autorisés

BIBLIOGRAPHIE :

M Kayton, W. Fried, Avionics Navigation Systems», Second Edition, Wiley Interscience, 1996

SYSTÈMES DE COMMUNICATION

Responsable : Georges BES

SI-C-3

16 h

OBJECTIFS :

- ➔ présenter l'organisation et les principales composantes d'un système de communication filaire ou sans fil;
- ➔ se familiariser avec les principales méthodes de modulation d'une porteuse : modulations analogiques, modulations numériques ;
- ➔ découvrir les techniques de modulations numériques multiporteuses ;
- ➔ présenter les exemples d'utilisation dans le domaine des systèmes avioniques.

EVALUATION :

- ➔ fichiers produits pendant les BE sur machines (33%)
- ➔ examen écrit avec documents autorisés (67%)

BIBLIOGRAPHIE :

D. Ventre, Communications Analogiques, Ellipses,

G. Baudouin et al., Radiocommunications numériques : Principes, modélisation et simulation, Dunod,

J. Proakis, Digital Communications, New York: McGraw-Hill.

Hwei P. Hsu, Communications analogiques et numériques, Cours et problèmes : série Schaum

17 h

SYSTÈMES DE NAVIGATION

SI-C-2

Responsable : Guillaume CARRIE

OBJECTIFS :

- ➔ présenter l'organisation et les principales composantes d'un système de navigation par satellite (segment sol, spatial, utilisateur);
- ➔ dresser un panorama des signaux GNSS et se familiariser avec les principes de traitement des signaux en spectre étalé;
- ➔ traitement de base d'un récepteur : de la poursuite des signaux au calcul du PVT ;
- ➔ introduction à la navigation inertielle : gammes et technologies de capteurs, erreurs des capteurs et mécanisation ;
- ➔ introduction à l'hybridation GNSS / Inertie : un exemple d'application du filtrage de Kalman. Couplage lâche et serré.

PRÉREQUIS :

- ➔ étalement de spectre

EVALUATION :

- ➔ rapports produits pendant les BE sur machines (33%)
- ➔ examen écrit avec documents autorisés (67%)

BIBLIOGRAPHIE :

"Understanding GPS: Principles and Applications", Elliot D. Kaplan, Artech House

"Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", Groves, P., Artech House

ANTENNES, PRINCIPES MIS EN JEU ET RÉALISATIONS –
RADAR : PRINCIPES DE BASE, PERFORMANCES ET APPLICATIONS

Responsable : Thierry DELOUES

SI-C-4

20 h

OBJECTIFS :

Antennes :

Initiation aux dispositifs rayonnants et découverte de leurs principes, leurs caractéristiques et leurs applications

Donner aux auditeurs de bonnes connaissances de base sur les différents types d'antennes UHF et hyperfréquences :

- ➔ antennes filaires
- ➔ antennes à fentes
- ➔ antennes patchs
- ➔ antennes à réflecteur
- ➔ mise en réseau

Radar :

Présenter une vue d'ensemble du radar sous les quatre aspects : principes physiques, théorie, technologie, applications.

Procurer une compréhension des phénomènes radar, des possibilités de ces systèmes et des contraintes qui les gouvernent aujourd'hui et dans un futur proche.

VOLUME HORAIRE :

Antennes 8h – Radar 12h

EVALUATION :

- ➔ Exercices notés durant le BE (33%)
- ➔ Examen (67%) avec documents autorisés

**AUTOMATIQUE AVANCÉE
POUR LE PILOTAGE-GUIDAGE-NAVIGATION**

SI-P-1

Responsable: Joel BORDENEUVE-GUIBÉ

OBJECTIFS :

- ➔ consolider les bases de théories de l'automatique classique
- ➔ présenter les extensions aux systèmes complexes à plusieurs entrées et plusieurs sorties
- ➔ aborder les aspects de mise en œuvre des lois de commande
- ➔ proposer des études de cas concrètes sur des applications aérospatiales

EVALUATION :

- ➔ QCM à l'issu des BE sur machines
- ➔ examen sur machine avec documents autorisés

BIBLIOGRAPHIE :

Notes de cours des enseignements de la filière Signaux & Systèmes de la formation ISAE-Supaéro

**INGÉNIERIE DIRIGÉE PAR LES MODÈLES POUR LES
SYSTÈMES EMBARQUÉS CRITIQUES**

35 h

Responsable: Pierre DE SAQUI-SANNES

SI-M-2

OBJECTIFS :

- ➔ expérimenter l'apport de l'ingénierie dirigée par les modèles dans la conception de systèmes embarqués critiques ;
- ➔ sensibiliser à la modélisation système en utilisant SysML ;
- ➔ apprendre un langage synchrone combinant flux de contrôle continue et machines à états
- ➔ pratiquer la modélisation de logiciel critique avec l'outil industriel SCADE ;
- ➔ savoir intégrer des opérateurs synchrones sur une cible.

BIBLIOGRAPHIE :

Pascal Roques, Modélisation de systèmes complexes avec SysML, Eyrolles, 2013.

PRÉREQUIS :

Bases de l'algorithmique

EVALUATION :

2 QCM (1 QCM SysML 20% + 1 QCM SCADE 20%) et un projet SCADE 60%

AVION PLUS ELECTRIQUE

SI-M-1

Responsable: Valérie BUDINGER

OBJECTIFS :

- ➔ connaissance des architectures des réseaux électriques aéronautiques et des éléments qui les composent
- ➔ connaissance des différents systèmes électriques d'un aéronef
- ➔ compréhension des drivers clefs de la conception d'une architecture (safety, bilan de puissance, qualité réseau, masse)

CONTENU :

- ➔ **1.** Architecture des réseaux électriques aéronautiques
- ➔ **2.** Génération, distribution et installation
 - **a.** Générateurs principaux, auxiliaire et de secours
 - **b.** Convertisseurs
 - **c.** Cœurs de distribution, systèmes de protection, fonction de management du réseau

- ➔ **3.** Consommateurs de puissance électriques
 - **a.** Forte puissance : Engine start, systèmes de conditionnement d'air, système de dégivrage, commandes de vol, ...
 - **b.** Charges cabine : instruments de bord, flight air entertainment,...
- ➔ **4.** Qualité du réseau électrique
 - **a.** Norme, dépollueur harmonique

EVALUATION :

Ecrit

BIBLIOGRAPHIE :

Aircraft Systems: Mechanical, Electrical and Avionics Subsystems Integration, Ian Moir, Allan Seabridge, Wiley Edition, 2008
Aircraft Electrical and Electronic Systems, David Wyatt, Routledge Edition, 2008

ORDONNANCEMENT TEMPS RÉEL

12 h

Responsable: Ahlem MIFDAOUI

SI-M-3

OBJECTIFS :

- ➔ expliquer la problématique de l'ordonnancement temps réel ;
- ➔ présenter les principaux algorithmes d'ordonnancement temps réel pour des architectures monoprocesseur et multiprocesseur;
- ➔ utiliser le logiciel « Cheddar » pour traiter des problèmes d'ordonnancement de tâches dans la conception de systèmes temps réel.

EVALUATION :

- ➔ BE noté sur machine (33%)
- ➔ Examen (67%) avec documents autorisés

BIBLIOGRAPHIE :

Giorgio Buttazzo, «Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications», Third Edition, Springer, 2011

INTRODUCTION AUX RÉSEAUX

SI-M-4

Responsable: Emmanuel LOCHIN

OBJECTIFS :

L'objectif de ce cours est de fournir aux étudiants une compréhension des réseaux basés sur la suite protocolaire TCP/IP. Cette suite protocolaire, aussi bien utilisée dans l'Internet que dans les systèmes de divertissement en vol, sera abordée au travers de nombreux exemples et manipulations pratiques. On y trouvera également une présentation des protocoles de la suite TCP/IP qui seront illustrés par le biais d'outils du domaine public ainsi qu'une introduction à la diffusion de contenus multimédia.

EVALUATION :

Examen avec documents autorisés

BIBLIOGRAPHIE :

TCP/IP Illustrated, Vol. 1: The Protocols, by W. Richard Stevens, Addison-Wesley

Computer Networking: A Top-Down Approach, by J. Kurose and K. Ross, Pearson

SPÉCIALITÉ AÉRONAUTIQUE ET SPATIALE

Cycle de conférence « Le monde aéronautique »	12
Systemes aéronautiques	12
Réseaux embarqués	13
Essais en vol	13
Environnement spatial et orbitographie des systèmes spatiaux	14
Conception, architecture et opérations des systèmes orbitaux	14
Pilotage-Guidage pour drones	15
Véhicules Autonomes	15

CYCLE DE CONFÉRENCE « LE MONDE AÉRONAUTIQUE »

A-A-1

Responsable: Xavier CARBONNEAU

19 h

OBJECTIFS :

- ➔ stratégie de développement des avions civils - Avions Subsoniques ;
- ➔ stratégie de développement des avions civils - Avionneur Gros Porteurs ;
- ➔ stratégie de développement des avions civils - Avionneur Petits/Moyens Porteurs ;
- ➔ introduction générale à l'Hélicoptère - Mission civil/Militaire ;
- ➔ avion militaire + missions Architecture et Opération ;
- ➔ avion civil + affaire - missions ;
- ➔ systèmes et sous-systèmes avion ;
- ➔ cycle de vie, fiabilité, maintenance ;
- ➔ électrification de l'avion et tendances vers les aéronefs plus électriques ;
- ➔ état de l'art de la propulsion aéronautique - Introduction différents types de propulsion / Hélice ;
- ➔ navigabilité ;

- ➔ conduite de vol et facteurs humains ;

SYSTÈMES AÉRONAUTIQUES

A-A-2

Responsable: Joel AUDOUARD-MONTEILS

40 h

OBJECTIFS :

- ➔ Description des principaux systèmes d'un aéronef moderne :
- ➔ Maintenance
- ➔ Communication
- ➔ Aircraft Electrical System
- ➔ Integrate Modular Avionics & data communication network
- ➔ Cockpit
- ➔ Navigation
- ➔ Surveillance
- ➔ Auto Pilot Flight Management System
- ➔ Electronic Flight Bag
- ➔ Flight Warning & Recording
- ➔ Sûreté de fonctionnement
- ➔ CIDS
- ➔ Air conditioning / bleed
- ➔ Landing gear
- ➔ Engine (FADEC)

- ➔ Fuel

EVALUATION :

Examen individuel

RÉSEAUX EMBARQUÉS

Responsable: Ahlem MIFDAOUI

A-A-3

10 h

OBJECTIFS :

- ➔ aborder la problématique d'architecture de communication avionique et son évolution vers l'IMA (Integrated Modular Avionics);
- ➔ comprendre les spécificités technologiques des bus traditionnels de type ARINC429, CAN et MILSTD 1553B et leurs limitations
- ➔ comprendre les spécificités technologiques des réseaux de nouvelle génération de type AFDX
- ➔ analyse de performance du réseau AFDX basée sur le calcul réseau
- ➔ étude de cas représentative du réseau AFDX de l'A380

BIBLIOGRAPHIE :

- R. B. GmbH, "CAN specification Version 2,0," Tech. Rep., 1991.
- C. E. Incorporated, "MIL-STD-1553 Designer guide," 1982. [Online]. Available: <http://www.condoreng.com/support/downloads/tutorials/MIL-STD-1553Tutorial>
- A. E. E. Committee, "Aircraft Data Network Part 7, Avionics Full Duplex Switched Ethernet (AFDX) Network, ARINC Specification 664." Aeronautical Radio, 2002.
- J.-Y. Le Boudec and P. Thiran. Network calculus: a theory of deterministic queuing systems for the internet. Springer Science & Business, 2001.

PRÉREQUIS :

ordonnancement temps réel

EVALUATION :

Examen avec documents autorisés

ESSAIS EN VOL

Responsable: Stéphane BONNET

A-A-4

5 h

OBJECTIFS :

- ➔ 1. Introduction à l'instrumentation.
 - Test illustrations
 - Main functions presentation
 - Key numbers and history
 - echnological Stakes
 - On board instrumentation details
 - Comparison
 - Research axes
 - Serial A/C instrumentation
- ➔ 2. Sensibilisation aux capteurs.
- ➔ 3. Sensibilisation aux moyens video.

PRÉREQUIS :

SI-C-1...4, SI-P-1, SI-M-1...5, A-A-3

5 h

ENVIRONNEMENT SPATIAL ET ORBITOGRAPHIE DES SYSTÈMES SPATIAUX

A-S-1

Responsable : Stéphanie LIZY-DESTREZ

OBJECTIFS :

- ➔ introduction aux spécificités de l'environnement spatial ;
- ➔ introduction des bases de l'orbitographie ;

EVALUATION :

Pas d'examen

30 h

PILOTAGE-GUIDAGE POUR DRONES

Responsable : François DEFAY

A-V-1

OBJECTIFS :

- ➔ proposer une vision globale du système autonome « drone » : architecture, organisation fonctionnelle, plateforme physique...
- ➔ maîtriser les divers aspects du contrôle de mission d'un drone : de la boucle bas-niveau à la planification de mission
- ➔ mettre en œuvre les différentes couches de contrôle sur simulateur et valider par une implantation temps réel en salle robotique

EVALUATION :

Un rapport écrit noté

BIBLIOGRAPHIE :

Notes de cours des enseignements de domaine « Systèmes Autonomes », formation ISAE-Supaéro

3

ECTS

57 h

CONCEPTION, ARCHITECTURE ET OPÉRATIONS DES SYSTÈMES ORBITAUX

A-S-2

Responsable : Stéphanie LIZY-DESTREZ

OBJECTIFS :

- ➔ architecture générale des satellites, intégration et essais
- ➔ architecture mécanique et mécanismes
- ➔ dynamique des satellites et système de contrôle d'attitude et d'orbite
- ➔ contrôle thermique des satellites
- ➔ gestion bord et communications bord sol
- ➔ architecture électrique des satellites
- ➔ segment sol et opérations des satellites

EVALUATION :

Note de BE et étude de cas

10 h

VÉHICULES AUTONOMES

Responsable : Pejvan BEIGUI

A-V-2

OBJECTIFS :

- ➔ présentation générale d'un véhicule autonome
- ➔ système d'anti-collision
- ➔ Path planning
- ➔ grilles d'occupation bayésiennes pour la gestion des obstacles

EVALUATION :

Pas d'examen



SCIENCES HUMAINES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

Conduite de projets	18
Stratégie d'entreprise	19
Anglais	20

CONDUITE DE PROJETS

Responsable : Rob VINGERHOEDS

S-H-2

OBJECTIFS :**Introduction à la Gestion de Projet**

- ➔ les spécificités du mode projet par rapport à d'autres modes de travail
- ➔ le processus de développement de l'idée d'origine au démentiellement
- ➔ les activités clés et la terminologie associée du management de projet

Cadrage d'un projet

- ➔ définir le produit d'un projet
- ➔ assurer la cohérence entre le référentiel des exigences utilisateur et celui des exigences système
- ➔ l'intérêt de formuler et de gérer les hypothèses
- ➔ le cycle de vie des projets aéronautiques et espace

Plan de développement d'un projet

- ➔ les phases d'un projet
- ➔ les rôles des jalons
- ➔ l'organisation du projet (PBS, WBS, ...)
- ➔ le plan de développement

Apprendre à structurer les activités avec prise en compte des ressources et planning dans le temps

- ➔ les liens de dépendance entre activités
- ➔ calculer un planning de projet à ressources illimitées
- ➔ calculer un planning de projet à ressources limitées
- ➔ prise en main un outil de planification

Apprendre à visualiser l'état d'avancement de son projet

- ➔ différencier indicateurs instantanés et à achèvement
- ➔ mesurer l'avancement d'une activité
- ➔ consolider les avancements des activités pour déterminer l'état d'avancement du projet
- ➔ connaître des techniques de reporting simples : dates-dates et ligne brisée

Aborder les aspects financiers d'un projet

- ➔ les budgets plus en profondeur
- ➔ identifier les coûts
- ➔ identifier les indicateurs de rentabilité
- ➔ concevoir le cas d'affaires

Vue sur le projet dans sa totalité avant de s'engager

- ➔ l'utilité d'une estimation
- ➔ estimation analytique
- ➔ modèle paramétrique d'estimation
- ➔ la revue de lancement de projet

Gérer proprement dit le déroulement d'un projet

- ➔ lecture et analyse des indicateurs projet (KPI's) / Value-based metrics
- ➔ cohérence et pertinence des reportings
- ➔ travailler avec des scorecards
- ➔ suivre des activités / actions
- ➔ mécanismes de pilotage et contrôle de projet

Gérer les risques

- ➔ analyse des risques (qualitatif et quantitatif) et plan d'actions (préventives et correctives)
- ➔ gérer les probabilités des risques
- ➔ surveiller et gérer les risques (et leurs indicateurs)
- ➔ utiliser les « Lessons learned »

Apprendre à gérer les équipes

- ➔ les bases de négociation au quotidien
- ➔ gestion du temps, des priorités et du stress
- ➔ les 4 étapes de la construction d'une équipe
- ➔ les réunions d'équipe
- ➔ gérer des problèmes d'ordre humains

EVALUATION :

Notes des TDs

STRATÉGIE D'ENTREPRISE

Responsable : P. JEANBLANC

S-H-3

OBJECTIFS :

Le management stratégique consiste à prendre des décisions susceptibles de créer de la richesse pour les actionnaires pour, ensuite, les mettre en œuvre. Ces décisions peuvent concerner le renforcement de la position d'une firme sur son marché pour éliminer ou absorber ses concurrents, la diversification sur de nouveaux marchés géographiques ou vers de nouveaux produits voire l'abandon du marché si rien n'est possible pour affronter la concurrence.

Ces décisions ne peuvent se prendre qu'en respectant les contraintes de fonctionnement imposées par l'environnement dans lequel évolue l'entreprise. Mieux la firme est adaptée à ces contraintes ("strategic fit"), plus forte est son espérance de victoire. C'est donc sur ces éléments clefs d'analyse que ce cours sera consacré.

CONTENU :**1. Contraintes suprasectorielles : Le système capitaliste : l'obligation de créer de la richesse actionnariale**

- ➔ indicateurs de performance économique
- ➔ comment maximiser la performance économique ?

2. Contraintes intrasectorielles : Les règles du jeu à respecter obligatoirement

- ➔ Segmentation sectorielle
- ➔ Stratégie de la valeur et positionnement stratégique
- ➔ Modèle économique de référence et Facteurs Clef de Succès
- ➔ Principe d'analyse concurrentielle

➔ Avantage concurrentiel et structure des marchés

Contraintes environnementales, audit externe et principe du diagnostic stratégique**BIBLIOGRAPHIE :**

Stratégique, G. Johnson, R. Whittington, K. Scholes, Pearson, 2014

Analyse Stratégique. Les fondements économiques, P. Jeanblanc, Dunod Management Sup, 2011

ANGLAIS

Responsable: Anne O'MAHONEY

S-H_4

INTRODUCTION

It is commonly accepted that English is the language of international business and industry. It is also the language of worldwide academic research and the language of entertainment. So we can safely say that no matter what your goal in life, you'll use it! In your final year at ISAE Supaero, you have forty hours of English divided into two distinct modules of twenty hours each. Classes run for 16 weeks on Monday mornings from October to February.

ELECTIVE : 20 HOURS

OR

ENGLISH RESEARCH PROJECT

During the first twenty hours students choose an **elective** class. We believe that you all have both the level and the background knowledge to participate actively in the twenty or so English elective classes proposed by the team. These electives are not only language focused, they are also content based. Our objective is to encourage you to choose a class where you will practice your communication skills whilst simultaneously acquiring a deeper cultural awareness of the English speaking world. The English elective module runs for the first eight weeks on Monday mornings from October to December. We offer a diverse choice of classes given by professionals from all walks of life. Courses include :

- ➔ Short Stories with Suspense
- ➔ The Art of Improvisation
- ➔ The Other Side of America
- ➔ Keep on Rocking
- ➔ Effective Team Management
- ➔ How Stuff Works
- ➔ Talking about Tech
- ➔ Heated Discussions

ASSESSMENT

Your active participation is always welcome ! More details from the different Elective Teachers.



SCIENCE TRACK: 20 HOURS

From December through February, the English language team and the Science professors collaborate and put together the programme you will follow. Each student has 20 hours of English, linked to the 'filière' or track he or she has chosen. Depending on your subjects (mechanics, fluid dynamics, decision science...) you will have a programme adapted to your needs.

ASSESSMENT:

Your active participation. More details from the different 'Filière' English language Teachers.

Projects are open to all final year students who have obtained 620 points (or equivalent C1 level) or more in an International Test (TOEFL, Cambridge Proficiency, the Diploma of Business English, TOEIC...) and can prove a very high standard of both written and oral English. This level will then be certified by a member of the English department at ISAE Supaero. The project also needs a substantial degree of motivation and interest in the research topic as it will replace your 40 hours of classes and you will be working on it from October to March. You do not attend classes apart from a 3 hour Research Presentations module in February.

If it is agreed that you can do a project, you will be required to then submit a typed description of your research theme with some notes on your proposed bibliography.

The Project is a written research paper in English on a subject of your choice. It should contain 20000 words (approx.) and must be based on personal research. This will include an abstract with key words, a table of contents, the body of the text, including any footnotes and illustrations, and a complete bibliography. Your paper should comply with international research paper standards.

Each project student has a Tutor whose role is to accompany you in your research. There is also a 45-minute final presentation of your work (20 minutes presentation, 10 minutes questions and 15 minutes discussion and feedback) before two jury members, one of them being your Tutor.

More details will be given to the those students who are qualified and interested.

PROJET INNOVATION ET RECHERCHE

II ISAE-CNAM | S4 II

PROJET

Responsable: François VINCENT

P-1

12
ECTS
160 h

OBJECTIFS

Les projets s'inscrivent dans la pédagogie de la formation ingénieur afin de permettre aux étudiants de développer des compétences collectives et individuelles relatives à des projets de recherche et d'innovation.

ÉVALUATION

Soutenance et rapport



Adresse postale

ISAE-SUPAERO

10, avenue E. Belin – BP 54032 31055 Toulouse CEDEX 4 – France

Téléphone

33 (0)5 61 33 80 80

Site internet

www.isae-supaero.fr

MENU



YouTube



Crédits photos : Aude Lemarchand
Rédaction et conception : ISAE-SUPAERO

Document non contractuel – mai 2016