



*Société Française
de Génie des Procédés*

*La science des procédés face
aux enjeux industriels et sociétaux*

Fondation
unit

Université Numérique
Ingénierie et Technologie



COMPTE RENDU DU PROJET 2012 – 21 :

**CONSTITUTION D'UNE COMMUNAUTE
"GENIE DES PROCEDES"**

GT FORMATION DE LA SFGP

DECEMBRE 2013



*Société Française
de Génie des Procédés*

*La science des procédés face
aux enjeux industriels et sociétaux*

Eric SCHAER

GT Formation de la SFGP

BP 20451
54001 NANCY Cedex
FRANCE

tel : +33 383 17 53 04

email : Eric.Schaer@univ-lorraine.fr

Nancy, le 2 décembre 2013

Compte rendu du projet 2012 – 21 :

Constitution d'une communauté "Génie des Procédés"

1. INTRODUCTION

Le Génie des Procédés est le champ disciplinaire traitant des connaissances et méthodes nécessaires à la conception, au dimensionnement et à la conduite optimale des procédés de transformation de la matière et de l'énergie. Il touche de très nombreux secteurs, allant de la chimie, les matériaux, la santé, l'agroalimentaire au traitement de l'environnement et l'énergie, fossile et nucléaire.

La transdisciplinarité du Génie des Procédés est justement liée à ses méthodes, couplant compréhension et description des phénomènes physico-chimiques et bilans couplés, de matière, d'énergie et de quantité de mouvements, appliqués aux différentes opérations unitaires étudiées.

Le Génie des Procédés est enseigné dans de nombreuses formations en France, IUT, écoles d'ingénieurs, formations universitaires et formations continues, et on note une réelle demande pour le développement et la mutualisation d'outils numériques interactifs d'enseignement détaillant les différents aspects du Génie des Procédés.

Il existe toutefois de nombreuses ressources numériques traitant de façon plus ou moins directe des sciences du Génie des Procédés (notamment sur UNIT). L'objectif de ce projet est de constituer une communauté UNIT dans le domaine du Génie des Procédés, de recenser l'existant, d'identifier les parties manquantes, pour ensuite proposer le développement de ressources pédagogiques numériques dédiées au Génie des Procédés. Il s'agira aussi d'identifier les personnes et établissements désirant s'engager dans la réalisation de modules de formation numériques.

Le projet est soutenu par le Groupe de Travail Formation de la Société Française de Génie des Procédés, dont les enjeux stratégiques concernent notamment le développement et la valorisation de modes de formation actifs. Le comité technique de suivi de ce projet est constitué des membres du bureau du GT Formation de la SFGP : Marie Debacq (CNAM Paris), Jean-Louis Dirion (EMAC Albi), Nouria Fatah (ENSC Lille), Laurent Prat (INP Toulouse), Jean-Michel Renaume (ENSGTI Pau) et Eric Schaer (ENSIC Nancy).

Les utilisateurs cibles sont les formations initiales et continues en Génie des Procédés. Les établissements impliqués dans le projet s'engagent bien évidemment à utiliser les outils développés.

2. METHODE

Le recensement des différents modules existants en Génie des Procédés a été réalisé dans le cadre et par les membres du Groupe de Travail Formation en Génie des Procédés. Les contours de la discipline ont tout d'abord été définis dans le cadre d'un parcours type, identifié par les responsables des différentes formations représentées et par comparaison avec les recommandations de la Fédération Européenne de Génie Chimique, présentées en annexe 1.

Une fois ce parcours validé, les ressources existantes ont été identifiées et recensées selon un canevas défini pour l'occasion, et permettant d'identifier la thématique dans le parcours précédemment élaboré, le niveau de formation, la granularité et le format du cours multimédia, les éventuelles améliorations requises, le temps présentiel équivalent, ainsi que sa disponibilité pour une utilisation dans le cadre d'UNIT.

L'analyse de l'ensemble des modules ainsi identifiés et recensés a finalement été réalisée par les membres du bureau du GT Formation, le 22 mai à Paris, dans les locaux du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) de Paris. Le travail de synthèse ainsi réalisé se trouve dans la partie 4 du présent document.

Une journée thématique sur les Formations en Génie des Procédés a parallèlement été organisée par la Société Française de Génie des Procédés (SFGP) et la Fédération Gay-Lussac (FGL), le 11 avril 2013, au Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) de Paris. La journée avait pour thématique "Formations en génie des Procédés : Quels modes de formation pour quels contenus".

L'objectif de la journée était d'identifier les besoins en formations en Génie des procédés, tant des points de vue thématiques que méthodologiques, et de faire un état des lieux des différents projets en cours, visant au développement et à la mutualisation de nouvelles formations, pour ensuite motiver et rassembler les personnes et établissements désirant s'engager dans la réalisation de modules de formation numériques.

La journée a rassemblé une quarantaine de personnes, dont quelques industriels. Elle s'est déroulée à Paris dans les prestigieux locaux du CNAM, rue Saint-Martin.

Après une brève présentation des GT Formation de la SFGP et de la FGL, la journée a commencé par un début animé par Laurent PRAT (ENSIACET Toulouse) sur les contenus des formations, pour en identifier le socle commun, les évolutions des métiers et domaines d'application, et envisager les opportunités d'évolution pour les prochaines années.

L'influence des modes de formation a été illustrée par Laure ENDREZZI (Institut Français de l'Éducation) qui a présenté une conférence sur l'intérêt des technologies numériques dans l'enseignement supérieur, suivie de nombreuses questions de la part du public.

Des exemples de formations innovantes en Génie des Procédés ont ensuite été présentés par Isabelle GONON et Marie DEBACQ (CNAM Paris) puis Nadine LEBOLAY (ENSIACET Toulouse).

Les projets structurants de constitution d'une communauté UNIT en Génie des procédés et de réalisation de modules uTOP pour la formation à distance ont été présentées par Alain KAVENOKY (UNIT) et Jean-Philippe JEHL (Université de Lorraine). Ils ont permis de lancer les discussions de synthèse de la journée, animées par Jean-Michel RENAUME (ENSGTI Pau) et Eric SCHAER (ENSIC Nancy). Il en ressort l'importance de la pédagogie, la prise en compte de l'évolution des apprenants et des modes de formation, le développement des formations numériques et l'intérêt de fédérer les actions nationales.

Les diaporamas utilisés pour les présentations de la journée sont disponibles sur le site web de la SFGP, rubrique GT Formation :

<http://www.sfgp.asso.fr/?cat=menu&mcat=group&id=86>

Le flyer de cette journée Formation est en annexe 2 du présent compte rendu.

Enfin, le projet de création d'une communauté UNIT en Génie des Procédés a été présenté au sein de la session "Formation" du dernier congrès de la SFGP, qui a eu lieu à Lyon, les

8, 9 et 10 octobre 2013. Ce projet a aussi été détaillé dans un poster et des flyers, présentés et mis à disposition des participants pour l'occasion, et décrivant les activités du GT Formation de la SFGP.

3. ETAT DES LIEUX

a. Le parcours type

Le parcours type de formation en Génie des Procédés identifié par le groupe de travail est constitué d'un tronc commun de 180 crédits ECTS, comprenant l'ensemble des enseignements de base mis en œuvre dans les centres de formation en France aux niveaux L1 à M1, complété par un parcours de spécialisation dans différents domaines, de 120 crédits ECTS, et correspondant à des niveaux M1 & M2.

Tronc Commun : 180 Crédits ECTS

- **Fondamentaux du GP :**
 - Thermodynamique,
 - Mécanique des Fluides,
 - Transferts & Transports & Applications,
 - Cinétique,
 - Chimie Minérale, Organique, Physico-Chimie, Analytique...
- **Ingénierie des Procédés**
 - Génie de la Réaction Chimique,
 - Génie des Séparations,
 - Opérations Unitaires,
 - Conception & Optimisations des Procédés
- **Sciences de l'Ingénieur**
 - Infos & Méthodes Numériques,
 - HSE, SMH
 - Langues

Parcours de spécialisation : 120 Crédits ECTS (dont 30 crédits de stage industriel)

- **Energie et Procédés**
 - Durabilité des Procédés,
 - Procédés & Energies,
 - Intensification des Procédés,
 - Simulation & Optimisation
 - Réacteurs & Séparations Polyphasiques,
- **Génie des Produits**
 - Définitions, méthodes,
 - Produits micro & nano-structurés,
 - Produits de spécialité
 - Propriétés et qualités des produits,
 - Innovation

- **Génie des Procédés Biotechnologiques**
 - Sciences biologiques,
 - Biocatalyseurs et bioréacteurs,
 - Bioséparations
 - Productions biotechnologiques,
 - Procédés Industriels
- **Génie Industriel pour les Procédés**
 - Gestion de projets, Logistique,
 - Management de l'Innovation,
 - Opérabilité, Productique, Pilotage
 - ACV

Cet ensemble tronc commun et parcours type ne fait pas apparaître les prérequis classiquement identifiés pour ces formations : mathématiques, méthodes numériques, informatique, chimie minérale, chimie organique, physico-chimie, chimie analytique, langues, gestion de projet, finances, sciences managériales et humaines...

b. Recensement des modules existants

Les modules de formation multimédia existants dans les écoles de la FGL, au CNAM, à l'École des Mines d'Albi Carmaux, à Centrale Lille, dans certaines universités et IUT de Génie Chimique ou encore sur le site d'UNIT ont ainsi été recensés. Nos contacts ne nous ont pas permis d'avoir accès à ce qui peut exister dans le réseau des INSA... Nous nous sommes par ailleurs limités aux modules existants en langue française.

Les évaluations ont été faites par les membres du GT Formation, et par des étudiants en Génie des Procédés recrutés à cette occasion. L'ensemble des fiches d'évaluation est disponible en annexe 3.

4. ANALYSES

Le premier constat réside dans le classement des modules intervenant dans les formations en Génie des Procédés. Les contours de cette discipline sont clairement communs avec de nombreuses autres disciplines. Le Génie des Procédés étant une science de l'intégration, de nombreux éléments d'enseignement se recoupent avec d'autres formations (mécanique des fluides, automatique, chimie, thermique...). Il a été choisi de ne faire apparaître dans ce document que les enseignements présentant des spécificités liées aux métiers du Génie des Procédés.

Par ailleurs, en fonction des filières métiers et des centres de formations, les syllabus sont très divers en contenu et en importance (nombre d'heures, crédits ECTS...).

Il ressort de l'analyse que les modules de formation multimédia existant couvrent quasiment l'ensemble du tronc commun du parcours type de formation proposé dans l'étude. Par contre, peu de modules semblent relever des parcours de spécialisation identifiés.

Les modules identifiés peuvent être classés selon trois rubriques : Modules existants dans UNIT, Modules disponibles pour une utilisation dans le cadre des licences Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/>) et enfin des Modules dit "propriétaires", développés par des écoles, IUT ou Universités, et dont l'utilisation est limitée aux étudiants ou membres de la structure ayant développé la formation.

On trouve ainsi dans UNIT les modules développés par l'École des Mines d'Albi-Carmaux (Thermodynamique Energétique, Thermodynamique des Equilibres Liquide-Vapeur, Sciences et Technologies des Poudres, Précipitation et Cristallisation), le module Thermoptim de R. Gicquel, ou encore le module d'Analyse de Cycle de Vie appliqué aux Procédés Biotechnologiques récemment développé par J.-M. Engasser. Les premiers modules correspondent à la partie Thermodynamique des Fondamentaux du Tronc Commun envisagé, et le dernier peut être envisagé dans les parcours de spécialisation Energie et Procédés ou Procédés Biotechnologiques.

De nombreux modules développés par le CNAM ou l'Université de Lorraine semblent disponibles pour une utilisation dans le cadre des licences Creative Commons (Transfert de Matière, Echangeurs de Chaleur, Extraction Liquide-Liquide, Extraction Solide-Liquide, Hydraulique, Dimensionnement des Pompes, Solide Pulvérulents, Génie de la Réaction Chimique, Capteurs, Agitation, Cinétique Homogène, Séchage - Air Humide, Hydrodynamique des Réacteurs Polyphasiques, Intensification des Procédés...). Une

discussion avec les auteurs identifiés ainsi que leurs établissements responsables semble nécessaire à l'utilisation de tels modules dans le cadre d'UNIT. Une mise à jour des contenus existants ainsi qu'une mise en forme du module sous scenari par exemple apporterait certainement une meilleure visibilité.

Les autres modules, développés par le Groupement des Ecoles des Mines, le CNAM, l'Université de Lorraine, l'INP Toulouse, l'Université Paul Sabatier, ou encore l'Université de Lille 1 existent sous un format "Propriétaire", c'est-à-dire développés et financés par un établissement d'enseignement supérieur, et réservé aux enseignants et apprenants de cet établissement. On trouve ainsi la totalité du Tronc Commun identifié disponible pour une formation à distance et/ou en autonomie au sein du CNAM, de l'ENSIACET et de l'IUT de Génie Chimique de l'Université Paul Sabatier. On retrouve également dans cette catégorie des modules développés dans le cadre d'IUT en Ligne. Ces modules ont souvent été développés pour des formations spécifiques (en général formation à distance) sur fond propres des établissements. Une discussion semble ici nécessaire avec les établissements pour présenter à nouveau UNIT et les enjeux, ainsi que l'intérêt d'une mutualisation des modules ainsi développés. Dans le cadre des RCE LRU, le financement des heures des enseignants passés sur ces nouveaux modules devient crucial et un argumentaire solide sur la position gagnant/gagnant doit être rédigé pour convaincre les CA des établissements.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La communauté française de Génie des Procédés a été informée du projet de constitution d'une communauté UNIT en Génie des Procédés. De nombreux modules du Tronc Commun étant déjà existants, un rapprochement entre UNIT et les Universités ayant déjà développé ces modules (disponibles pour une utilisation dans le cadre des licences Creative Commons ou identifiés sous format "Propriétaire") devrait permettre l'utilisation de ces modules dans le cadre d'un parcours en Génie des Procédés au sein d'UNIT, voire dans le cadre du Projet uTOP ?

Dans l'état actuel des choses, nous pensons ainsi que les appels à projet d'UNIT ne doivent ainsi pas concerner le développement des modules du Tronc Commun ainsi identifiés, mais la mise à jour de tels modules, sur le fond et la forme, et surtout le développement de nouveaux modules de Génie des Procédés concernant les différents parcours de spécialisation identifiés.

Le développement d'un portail en Génie des Procédés dans le cadre d'UNIT pourrait ainsi reprendre la structure du parcours type identifié par les auteurs de l'étude et présenté au paragraphe 3.a.

Enfin, de nombreuses universités semblent actuellement vouloir se lancer dans le développement de MOOC (Massive Open Online Courses) même si leur modèle économique et certificats de complétion restent à valider. A ce jour, aucun MOOC en Génie des Procédés n'a été recensé, que ça soit sur Coursera, Udacity, edX ou la plateforme française FUN. Des partenariats entre UNIT et les Universités pourraient aussi favoriser le développement de telles formations ?

Pour le bureau du GT Formation de la SFGP,



Eric Schaer

Professeur ENSIC – LRGP

ANNEXE 1

RECOMMANDATIONS DE LA FEDERATION EUROPEENE DE GENIE CHIMIQUE

POUR LES FORMATIONS EN GENIE CHIMIQUE DANS LE CADRE DU PROCESSUS DE BOLOGNE

EFCE Bologna Recommendations

Recommendations for Chemical Engineering Education in a Bologna Three Cycle Degree System

(2nd, revised edition, 2010)

(status: final, as approved by the EFCE Executive Board, Prague 28. August 2010)

Foreword by the EFCE Scientific Vice President

Europe's educational system is going through what may be its greatest change since the invention of the university in Italy in the eleventh century AD. This is particularly true for all the new degree programs that are being created within what is colloquially known as the "Bologna Process". The Bologna declaration in 1999 was the start of the introduction of a three cycle degree system in Higher Education in Europe. Nowadays many European universities have adopted this degree structure.

The document which follows is the culmination of many years' work to assist institutions delivering degrees in chemical engineering and their accrediting bodies. The Working Party on Education (WPE) of the European Federation of Chemical Engineering (EFCE) firstly carried out research to determine the contents of higher education in chemical engineering, and related disciplines such as applied chemistry and process engineering, throughout Europe. Further work was required to determine the minimum set of subjects required to define a course as chemical engineering and the level of achievement which might reasonably be expected at different levels. For example programmes comprising hardly any mention of subjects so fundamental for the profession as, for example, thermodynamics, fluid mechanics transport phenomena, separation techniques or reaction engineering, should not be recognised as chemical engineering, irrespective of the name of the course or the standing of the institution.

The outcome of this was a set of recommendations for first and second cycle in chemical engineering education aligned with the Bologna Process, published in 2005¹. This was widely welcomed and many bodies in different countries used the EFCE recommendations as a basis for their "new" chemical engineering curricula. Since this time, the Working Party has taken note of (and some members have been involved in) further developments in harmonization of European higher education. I should particularly note the Leuven Communiqué of April 2009, which included the statements: "We reassert the importance of the teaching mission of higher education institutions and the necessity for ongoing curricular reform geared toward the development of learning outcomes. ... Academics, in close cooperation with student and employer representa-

¹ EFCE Bologna Recommendations 2005: www.efce.info/Bologna_Recommendation.html

tives, will continue to develop learning outcomes and international reference points for a growing number of subject areas.”² On national and international level many accreditation bodies also defined quality frameworks and learning outcomes for programmes in the field of engineering, including chemical engineering.

Now the EFCE has revised the recommendations in order to strengthen the outcome orientation, and has added a description of outcomes for the third cycle. Being aware of the various cultures in the European countries and wide variety of fields in which a chemical engineer may complete a doctorate, the third cycle is focussed on more general learning outcomes. However, these are considered in addition to the more specific first and second cycle proposals.

At this point a few words of comment seem appropriate:

The Federation has no intention to enforce any ready made teaching programmes on the institutions of higher learning, or to hinder the development of new concepts of study. The Working Party on Education is very much aware of and involved in new methods of education, and appreciates the new topic which may be legitimately brought into a chemical engineering course. Tables of course content and credits are given as exemplars, not requirements, and in any case only amount to two-thirds of the study time. However, we do not believe there is much which could be omitted from this core without bringing into question the validity of the course as a chemical engineering qualification. We also recognise that people may take other routes, e.g. by conversion from cognate disciplines, but should expect to achieve most of these core outcomes in their overall education.

It is hoped that these revised EFCE recommendations will help institutions of higher education to educate young chemical Engineers in all three cycles who are capable of solving those problems we will face in tomorrow’s Europe.

Dr. Hermann J. Feise
(EFCE Scientific Vice President)

² Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, Leuven and Louvain-la-Neuve, 28-29 April 2009:
www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/conference/documents/Leuven_Louvain-la-Neuve_Communique_April_2009.pdf

Introduction

According to the 2001 and 2003 communiqués of the Bologna Follow-up Conferences of the Ministers responsible for Higher Education, “first and second cycle degrees should have different orientations and various profiles in order to accommodate a diversity of individual, academic and labour market needs”. Therefore in a number of countries in Europe we can distinguish two types of higher education in chemical engineering: “more research-oriented” first cycle (“bachelor”) programmes and more “application-oriented” first cycle programmes. Both types of programmes cover a study of three or four academic years each of 60 credits (total 180-240 credits). The length of the programmes may depend on the length of pre-university education (age of students 17 or 18 years old). After completion of the undergraduate, first cycle (“bachelor”) curriculum, students can continue their study with a second cycle (“master”) programme in chemical engineering of 90-120 credits (1 ½ - 2 academic years).

The recommendations for the first and the second cycle adopt the EUR-ACE[®] framework standards for accreditation of engineering programmes³, being grouped in the following Programme Outcomes:

- Knowledge and Understanding;
- Engineering Analysis;
- Engineering Design;
- Investigations;
- Engineering Practice;
- Transferable Skills.

The recommendations accommodate the outcomes of both “more research-oriented” and “more application-oriented” chemical engineering programmes, the differences being that the latter tend to show less scientific depth but more practical competencies.

The document further covers some recommendations for achieving these programme outcomes containing:

- Core curriculum
- Teaching and learning
- Industrial experience
- Review of the educational process
- Student assessment

The programme outcomes are formulated in a general way, to emphasise what should be common to chemical engineering education. The core curriculum proposed here with additional appropriate topics in science, in chemical and other engineering, and in non-technical areas will give a variety of concrete contents to the general outcomes. Thus, different chemical engineers will be able to handle the demands of different industries and tasks: e.g. oil refining, bulk and fine chemicals, paper, polymers, food, cosmetics, pharmaceuticals, environmental issues. Particularly second level graduates will be able to perform research tasks and go on to doctoral studies.

³ European Accreditation of Engineering Programmes;
www.enace.eu/pdf/EUR-ACE_Framework_Standards_20110209.pdf

A large percentage of chemical engineers are now engaged in making various specialty products (formulated products), and relatively fewer in making traditional commodity chemicals. While all chemical engineers still need many of the traditional chemical engineering skills, the EFCE feels there is now a need to include some knowledge of “product engineering” in the common core in order to reflect the increasing importance of modern materials science.

Further, these recommendations give the higher education institutions the opportunity to introduce their own “flavour” and/or innovative concepts in their programmes. For this reason core curricula are proposed which cover only two thirds of a first cycle (“bachelor”) programme and the framework of a second cycle (“master’s”) degree.

Programme outcomes

In line with recommendations/requirements from other bodies (including accreditation bodies), EFCE has formulated its recommendations first and foremost as programme outcomes, i.e. what the students should know or be able to do immediately after graduation.

First Cycle (“bachelor”) Chemical Engineering programme outcomes

After graduation, a first cycle degree chemical engineer should meet the following criteria:

- Knowledge and Understanding
 - The graduates have acquired basic knowledge of mathematics, physics, chemistry and biology which enables them to understand the phenomena which occur in the field of chemical engineering.
 - They have acquired the fundamental principles of chemical engineering for the modelling and simulation of chemical reactions and bio molecular processes, of energy, mass and momentum transport processes, and of separation processes.
 - They are familiar with the basic principles of measurement techniques and control.
- Engineering Analysis

The graduates have the ability:

 - to identify problems in their subject and to abstract, formulate and solve them holistically using fundamental principles;
 - to consider, analyse and evaluate products, processes and methods of their subject on a systems engineering base;
 - to select and apply suitable methods of analysis, modelling, simulation and optimisation.
- Engineering Design

The graduates have:

 - the ability to develop a basic design for products and processes according to specified requirements;
 - a basic understanding of design methods and the ability to apply them
- Investigations

The graduates are able:

 - to tackle a real chemical engineering problem by a scientific approach;
 - to use library and web resources for the acquisition of information regarding equipment characteristics and design methods, physical properties, kinetic and thermodynamic data;
 - to demonstrate effective communication skills, both in writing and presentation, and to work effectively in teams:

- to make an appropriate safety assessment before starting experimental work;
- to plan and carry out experiments and interpret the results with guidance of a senior scientist (chemical engineer).
- **Engineering Practice**
The graduates have:
 - the ability to combine theory and practice in order to analyse and solve problems of engineering science using methods based on fundamental principles;
 - understanding of applicable techniques and methods and their limits;
 - the ability to apply their knowledge of different areas taking safety measures and ecological and economic demands into account responsibly, and also to extend their knowledge on their own responsibility;
 - the ability to organise and carry out projects;
 - the ability to work with specialists from other disciplines;
 - the ability to present the results of their work in both written and oral form in an articulate way;
 - an awareness of the non-technical implications of engineering practices.
- **Transferable Skills**
The graduates are able to:
 - communicate effectively, including in English, with specialists and non-specialists, using modern presentation tools as appropriate;
 - work individually and as team members in international and/or multidisciplinary teams;
 - understand the impact of engineering solutions in an environmental and societal context;
 - understand professional and ethical responsibility;
 - learn on their own, and recognise the need for life-long learning.

Second Cycle (“master”) Chemical Engineering programme outcomes

After graduation, a second cycle (“master’s”) degree chemical engineer should fulfil the following qualifications:

- **Knowledge and Understanding**
 - The graduates have acquired extensive and profound knowledge of mathematics, chemical engineering and other sciences which enable them to carry out scientific work and to act responsibly in their professions and in society. They are aware of new developments in their field.
- **Engineering Analysis**
The graduates are able to:
 - analyse and solve problems scientifically, even if the definitions are incomplete or are formulated in an unusual way and show competing specifications;
 - abstract and formulate complex problems from a new or a developing field;
 - apply innovative methods in solving problems based on fundamental principles
- **Engineering Design**
The graduates are able to:
 - develop concepts and solutions to problems based on fundamental principles but also to problems which are posed in an unusual way – if necessary involving other fields;
 - develop new products, equipment, processes or methods;

- use their powers of judgment as engineers in order to work with complex and possibly incomplete information, to recognise discrepancies and to deal with them.
- Investigations
 - The graduates are able to:
 - tackle a real chemical engineering problem by a scientific approach:
 - recognise the need for information, to find and provide information:
 - plan and carry out theoretical and experimental research independently:
 - evaluate data critically and to draw conclusions from it:
 - examine and evaluate the application of new and emerging technologies.
- Engineering Practice
 - In addition to the qualification acquired during their first cycle degree course, the graduates are able to:
 - classify knowledge from various fields methodically and draw systematic conclusions from it and also to deal with complexity;
 - familiarise themselves with new tasks systematically and without taking too long;
 - think systematically about the non-technical effects of an engineer's job and to include these aspects responsibly in what they do;
 - find solutions which require very considerable competence as far as methods are concerned.
- Transferable Skills
 - In addition to the qualification acquired during their first cycle degree course, the graduates are able to:
 - function effectively as a member of a team that may be composed of different disciplines and levels;
 - work and communicate effectively in national and international contexts.

The EFCE expects that the final outcomes of second cycle (“master’s”) degree programme to be (at least) equivalent to those of traditional long-cycle (4½ – 5 years) programmes.

Third Cycle (“doctorate”) Chemical Engineering outcomes

In addition to the qualification acquired during the first and second cycle, a graduate of the third cycle will:

- have demonstrated a systematic understanding of a field of study and mastery of the skills and methods of research associated with that field;
- have demonstrated the ability to conceive, design, implement and adapt a substantial process of research with engineering integrity;
- have made a contribution through original research that extends the frontier of technology and knowledge by developing a substantial body of work, some of which merits national or international refereed publication and/or could result in patents;
- be capable of critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas and be able to justify choices taking into consideration technological, societal, temporal and economic constraints;
- be able to develop project plans and required resources in international context.
- be able to communicate with their peers, the larger international scholarly community and with society in general about their ideas or expertise;

- be able to promote, within academic and professional contexts, technological, social or cultural advancement in a knowledge based society.

Achieving the learning outcomes of the first cycle and second cycle

To ensure the proper common content and proper levels of the different first and second cycle degrees, EFCE recommends minimum requirements for certain subjects and topics (e.g. mathematics and reaction engineering) that form the core curriculum for the each cycle.

Although the first cycle (“bachelor”) core curriculum is more detailed than the second cycle (“master”) programme, there is still much of the total study left (one academic year) to give the institutions the opportunity to implement their own specialism and/or new development in the field of chemical engineering.

For the second cycle the recommendations are very general, making it easy to give a broad range of different orientations within and between institutions while meeting the general outcomes.

Note that the curriculum recommendation lists topics. EFCE makes no recommendation on the number of courses that should be given, or on how topics should be grouped in courses. Furthermore, in practice many of the listed topics will be part of larger courses containing more than just the core.

As the common European credit unit is the ECTU (European Credit Transfer Unit) of which there are 60 per year, all recommendations here are given using ECTU. The EFCE has chosen a 3 + 2 years two cycle scheme as an example. For other schemes the figures have to be adapted accordingly.

First Cycle (“bachelor”) Chemical Engineering programme

<i>Core curriculum Chemical Engineering (first cycle)</i>	<i>Credits (minimum requirements)</i>
Fundamentals of science and natural sciences mathematics, computer science, physics, chemistry, biology	45
Chemical Engineering fundamentals material and energy balances, thermodynamics, fluid dynamics, heat and mass transfer, separations, chemical reaction engineering, bio molecular and biological engineering	35
Chemical Engineering applications e.g. basic product engineering, safety, health and environment, design and process analytical techniques	15
Non-technical subjects e.g. economics and management	10
First Cycle (“Bachelor’s”) thesis project	15
Total of the recommended core curriculum	120
Chemical engineering sciences or natural sciences according to the main emphasis of the degree course of the university	60
Total of a first cycle chemical engineering degree programme (minimum requirement)	180

Typically, a first cycle (“bachelor’s”) degree course will contain 20-30 % science courses, 40-50 % engineering courses, and up to 10 % non-technical topics. The core recommended here gives a

science content of 25 %, an engineering content of 36 %, and a non-technical content of 6 % of the total study (180 credits), leaving one third to deeper coverage of some of these topics and to other topics.

Second Cycle (“master”) Chemical Engineering programme

Although no topics are specified here, it is clear from the recommended learning outcomes that central chemical engineering topics such as transport phenomena, chemical reaction engineering, dynamic modelling as well as general topics such as statistics/optimization/parameter estimation must be included to the extent they have not already been covered in the bachelor study.

<i>Core curriculum Chemical Engineering (second cycle)</i>	<i>Credits (minimum re- quirements)</i>
Mathematics and science Extension of mathematical and scientific subjects	15
Chemical Engineering topics e.g. advanced courses in multiphase reactor engineering, catalysis, transport phenomena	40
Second Cycle (“Master’s”) thesis project	20
Total of the recommended core curriculum	75
Chemical engineering sciences or natural sciences according to the main emphasis of the degree course of the university	15-35
Total of a second cycle chemical engineering degree programme	90-120

The core curriculum makes up 63 % of the total study (of 120 credits), leaving 37% of the second cycle (“master”) study for additional specialization and broadening.

Teaching and learning

Irrespective of the degree structure, the teaching and learning methods must be appropriate for the topic in question, and be chosen so that the learning outcomes can be achieved. The teaching and learning methods should also help develop students’ skill to work both independently and in teams. Thus, to learn to function in teams, group work is necessary. To be able to communicate, communication tasks must be given and solved. To learn to learn and to take responsibility for their own learning, students must be given appropriate self-study and problem solving tasks during their study. To understand ethical, societal, environmental and professional issues, suitable examples for illustration or discussion must be included. The study should be organised to ensure that students work during all of the semester, and are able to make the relevant connections between the different subjects.

All courses should as far as possible give examples from several areas, to show the broad applicability of chemical engineering methods.

Industrial experience

Industry has an important role to play in the education of chemical engineers. Industrial experience serves to illustrate the applications and limitations of theory, helps to set the courses in a wider context and motivates for the remaining study. In addition, it provides social skills for later leadership roles. Industrial experience for all can only be obtained if industry accepts the responsibility of providing sufficient placements.

International dimension

Chemical engineering graduates are typically employed in companies and organisations that are operating globally. Therefore, each educational institution is recommended to employ an active strategy for internationalisation. This means the process of integrating an international, intercultural, or global dimension into the purpose, functions or delivery of higher education. In practice, internationalisation may include student and staff mobility, internationalisation at home as well as international benchmarking and accreditation.

Review of the educational process

Each educational institution should have an ongoing review of the educational process, to ensure that the parts are up to date and properly coordinated, and that each and every part contributes towards the aims of the course, and in general to improve the educational outcomes.

Student assessment

EFCE would like to emphasise the need for appropriate feed-back to maximise the learning effect of the assessments.

ANNEXE 2

PROGRAMME DE LA JOURNEE FORMATION EN GENIE DES PROCEDES

**ORGANISEE PAR LES GT FORMATION DE LA SFGP ET DE LA FGL
ET L'EQUIPE CGP DU CNAM**

La Société Française de Génie des Procédés



*Société Française
de Génie des Procédés*

*La science des procédés face
aux enjeux industriels et sociétaux*

La Fédération Gay-Lussac

Fédération
Gay-Lussac



& L'Équipe Chimie et Génie des Procédés du Cnam

le cnam

école sciences industrielles &
technologies de l'information

organisent une journée commune

**FORMATIONS EN GÉNIE DES PROCÉDÉS :
QUELS MODES DE FORMATION
POUR QUELS CONTENUS ?**

Le 11 avril, au Cnam Paris
292 rue Saint-Martin, Paris III^{ème}

OBJECTIFS DE LA JOURNÉE

Les objectifs de la journée sont d'identifier les besoins des formations en Génie des Procédés, tant d'un point de vue thématiques que méthodologiques, de faire un état des lieux des différents projets en cours, visant au développement et à la mutualisation de nouvelles formations, et de motiver et rassembler les personnes et établissements désirant s'engager dans la réalisation de modules de formation numériques.

PROGRAMME

9h30 - 10h	Accueil des Participants
10h - 10h15	Présentation des GT Formation de la SFGP et de la FGL
10h15 - 11h15	Formations en Génie des Procédés <ul style="list-style-type: none">- Quels sont les besoins fondamentaux- Quels domaines d'application ?- Intégration des Sciences de l'Ingénieur ?
11h15 - 11h30	Pause café
11h30 - 12h30	Modes de Formation "Intérêt des technologies numériques dans l'enseignement supérieur" avec Laure ENDRIZZI de l'Institut Français de l'Éducation
12h30 - 13h15	Quelques exemples de Formations Innovantes en Génie des Procédés
13h15 - 14h30	Déjeuner en commun
14h30 - 15h30	Présentation d'UNIT & du Projet de constitution d'une communauté en Génie des Procédés, Présentation d'uTOP pour la réalisation de modules de formation à distance
15h30 - 15h45	Pause café
15h45 - 17h15	Synthèse des réflexions : <ul style="list-style-type: none">- Recensement de l'existant et des besoins ?- Position de la communauté sur les évolutions pédagogiques et thématiques ?
17h15 - 17h30	Conclusion

ANNEXE 3

FICHES D'ÉVALUATION DES DIFFÉRENTS MODULES RECENSES

