

Cours universitaires britanniques à composante industrielle

par Haydn Sutcliffe *

(Département de chimie et chimie appliquée, Université de Salford, Salford M5 4WT, Lancashire, Angleterre.)

traduit par Liliane Fieldhouse,

(College of Adult Education, Manchester, Angleterre.)



Le but de cet article est d'informer les éducateurs et industriels français du développement, des objectifs, des avantages, structures et fonctionnement des cours universitaires en Grande-Bretagne, dans lesquels une ou plusieurs périodes de travail dans un milieu industriel, ou bien de travail de nature professionnelle sont intercalées entre les périodes d'études à l'Université.

En Grande-Bretagne, ces cours portent le titre de « Sandwich Courses » (que nous pourrions traduire au mieux par « Cours sandwichs »). Cependant, dans la définition en italique, ci-dessus, aucun lien officiel précis, bien que supposé, n'est établi entre les études universitaires et l'expérience industrielle. Mais, un « Integrated Sandwich Course » (ou Cours sandwich intégré) veut dire, quant à lui, de façon très claire, que l'on s'engage à mettre en rapport l'expérience gagnée *hors les murs* et celle qui est acquise dans le cadre universitaire. Mais ce dernier système de cours pose un problème. En bref, comment adapter et intégrer ces deux expé-

* H. Sutcliffe est professeur de chimie à l'Université de Salford. Il s'occupe, depuis de nombreuses années, du développement des cours « sandwichs » et du placement d'étudiants de Salford en stages industriels en Europe.

Co-auteur d'un livre à large diffusion « Chimie minérale pratique : préparations, réactions, méthodes instrumentales ».

riences, industrielle et universitaire, pour en faire un ensemble pédagogique ?

Les cours sandwichs remontent à une centaine d'années environ, mais leur développement a d'abord été lent, jusqu'à une époque relativement récente. Dans le cadre des Écoles normales, et des Facultés de médecine par exemple, on utilise depuis fort longtemps ce principe, sans le nommer ainsi officiellement. Des périodes de stages pratiques dans les hôpitaux représentent une caractéristique régulière de toutes les études médicales. De même la formation de futurs enseignants serait considérée comme terriblement insuffisante si elle ne comprenait pas de stages pratiques dans les établissements scolaires. Nous avons ici des exemples d'enseignement assez spécialisés, pour lesquels il nous est aisé de démontrer, de façon très nette, l'intégration entre les études universitaires et l'expérience pratique acquise à l'extérieur. Dans le cas d'autres disciplines, il n'est pas toujours aussi facile de reconnaître et de réaliser une telle intégration.

Le système d'éducation fondé sur les cours sandwichs reçut sa plus grande impulsion en 1955, quand le gouvernement de l'époque décida de rendre effectives les recommandations du « Comité Percy » (qui en avait fait le rapport en 1945). En résumé, ce comité conclut que l'éducation et la formation des technologues dont avait besoin l'industrie, présenteraient un bien meilleur résultat si l'on adoptait le principe des cours sandwichs. Le Conseil National des Diplômes Technologiques ou CNDT fut donc créé pour examiner les propositions de cours soumises par divers collèges, et pour décider de leur maintien ou de leur rejet. Les étudiants qui suivirent avec succès un de ces cours, dès lors agréés, obtinrent un Diplôme en technologie. Les cours en puissance, étaient jugés selon leur mérite, indépendamment du type des établissements qui les proposaient. Ainsi, les cours sandwichs se sont développés dans un nombre très varié d'établissements pédagogiques. Toutefois, au premier rang dans le développement de ces cours se trouvaient les anciens Collèges de Technologie Avancée. Ces collèges ont, depuis, obtenu le statut d'Université, et à ce titre, ils continuent à offrir et à développer de nouveaux cours sandwichs dans leurs programmes d'études menant à la maîtrise.

Structure du cours

Le temps de présence dans l'industrie et à l'université varie, en proportion, selon les établissements et selon le cours même dans un établissement donné. De plus, le nombre et la durée des périodes de stage industriel sont eux aussi variables.

On peut néanmoins identifier certains cours types de base :

A. Trois années d'études, chacune comprenant cinq ou six mois passés à l'université, et cinq ou six mois passés dans l'industrie, et complétées par une quatrième année, passée entièrement à l'université. C'est le système du « Thin Sandwich Course » ou « Cours sandwich léger ».

B. Variation du cours sandwich léger : les étudiants passent toute leur première année et toute leur quatrième année à l'université, mais pendant la deuxième et la troisième année, ils font deux stages de cinq ou six mois chacun dans l'industrie.

La période de formation industrielle

De par sa nature, une période de stage industriel offre à chaque étudiant une expérience unique. Des buts bien précis doivent être atteints, il est donc nécessaire d'assurer leur réalisation.

A la base de l'éducation de tout technologue, il y a l'acquisition de certaines spécialisations

C. Enfin, dans le « Thick Sandwich Course » ou « Cours sandwich lourd » les étudiants passent les 1^{re}, 2^e et 4^e années à l'université et travaillent dans l'industrie, de façon permanente, durant toute la troisième année.

De l'avis de l'auteur, le système du cours sandwich léger est préférable ; les étudiants ont une plus grande chance de tirer profit d'expériences industrielles variées. Ce genre de cours est plus difficile à organiser. Il faut en effet trouver un grand nombre de places dans l'industrie, et il y a aussi une grande demande de la part du personnel enseignant qui doit rendre visite aux étudiants pendant leurs stages industriels. (Voir ci-dessous). On doit cependant reconnaître que les étudiants bénéficient seulement d'une année d'études complète à l'université, et par la même d'une seule longue période de grandes vacances. Pour palier à cette critique, et aussi pour simplifier les problèmes de placement, on a

adopté le système B pour certains cours. Le désavantage évident en est la réduction par un tiers de la composante industrielle du cours. Le système du cours sandwich lourd souffre lui aussi d'un désavantage semblable ; de plus, l'étudiant ne bénéficie de l'expérience que d'une seule compagnie. Mais les défenseurs de ce système soutiennent que le haut degré d'expérience gagné pendant une période de stage plus longue compense le désavantage d'un placement unique.

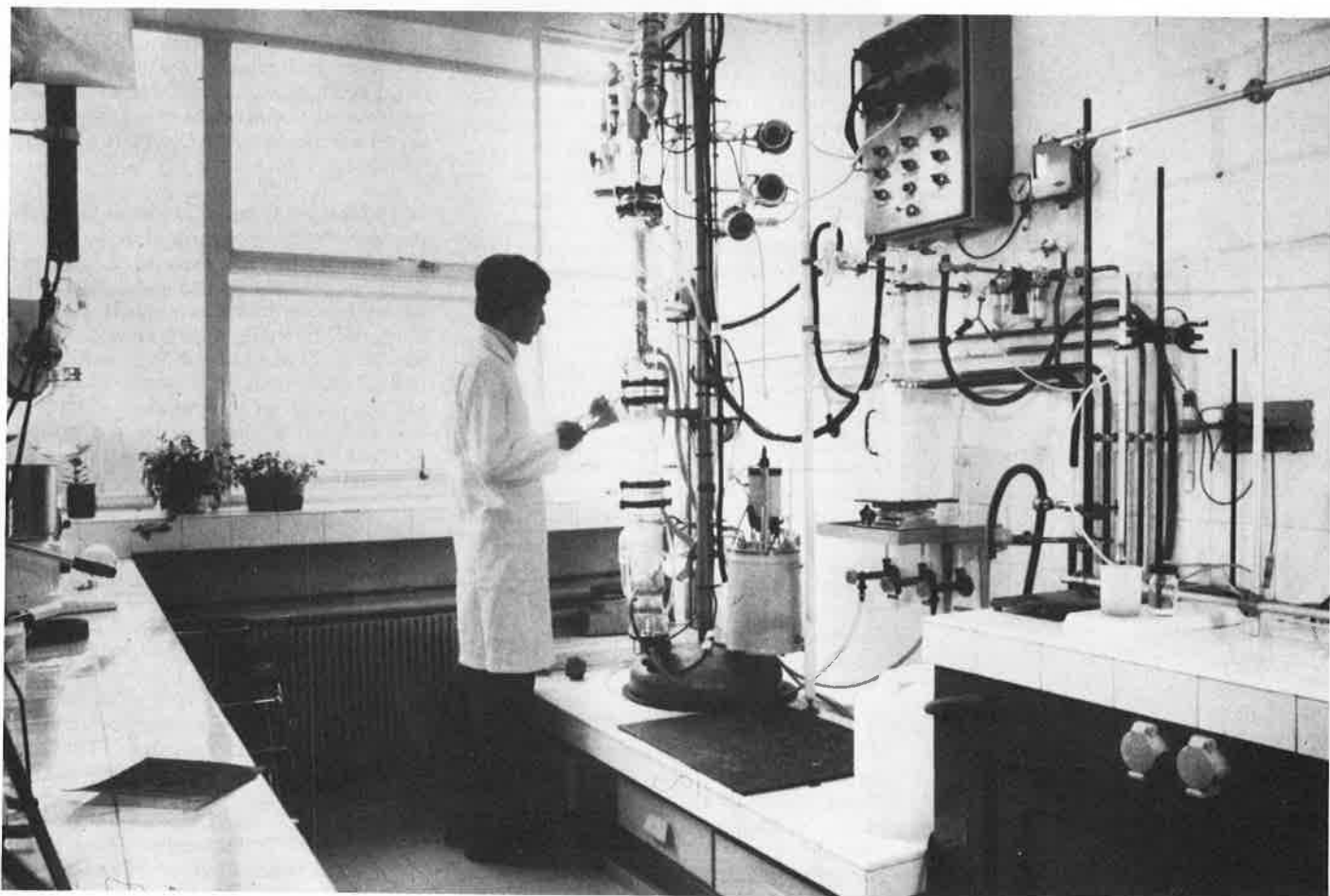
Il n'existe probablement pas de structure idéale pour un cours sandwich, chaque système devant être jugé dans son intégralité. Sans aucun doute, la qualité de l'expérience industrielle et le degré d'intégration que l'on parvient à réaliser entre le travail universitaire et le travail industriel, sont, de loin, plus importants que la manière dont on obtient cette expérience.

et de certaines techniques. Cela ne veut pas dire qu'un technologue doit être un expert dans toutes les techniques, mais qu'il doit avoir une parfaite compréhension de leurs portées et de leurs limitations, et la meilleure façon d'obtenir cette compréhension est l'expérience sur le tas.

Très souvent, ce genre de connaissance s'ac-

quiert dans un laboratoire industriel ou dans un atelier où l'on utilise des instruments et des machines, qui, en général ne sont pas disponibles à l'université. De la même façon, la connaissance pratique limitée acquise à l'université se trouve consolidée et élargie dans l'environnement industriel.

A cette connaissance pratique s'ajoute un



Étudiant anglais en stage dans un laboratoire de l'Oréal à Paris

champ d'expérience bien plus vaste. Nous voulons parler de la contribution que la discipline même des étudiants apporte à la résolution d'un problème industriel.

Dans l'industrie, tout objectif exige, presque sans exception, une approche d'équipe interdisciplinaire. Les décisions ne sont pas seulement prises au point de vue scientifique, mais d'autres considérations, tels horaires, capitaux, lois nouvelles, faiblesses de la nature humaine, jouent aussi un rôle important. L'étudiant devrait avoir la possibilité de voir se formuler les décisions, et au fur et à mesure qu'il progresse dans ses études de pouvoir y contribuer pour une petite part. Dans le cadre d'une équipe multidisciplinaire l'importance d'être capable de communiquer de façon effective avec des personnes de diverses origines et d'intelligences variées devient rapidement évidente. L'importance de la communication est encore soulignée par les discussions personnelles que l'étudiant a de ses résultats, avec son supérieur, et par la présentation de rapports écrits. Normalement, un rapport récapitulatif est préparé à la fin du stage, à la fois pour la société et pour l'université. Certaines sociétés demandent même à l'étudiant de présenter un bref

Études universitaires

Les études universitaires présentent un niveau de demande intellectuelle semblable à celui des autres cours de maîtrise traditionnels. A l'origine, le maintien de ce niveau d'études était la responsabilité du CNDT qui nommait des examinateurs venus de l'extérieur pour l'attribution des Diplômes de technologie. Quand les anciens Collèges de Technologie Avancée reçurent le statut d'Université, la charge en incombait à chaque établissement. Par la suite le CNDT céda la place au Conseil National des Diplômes Académiques (CNDA) et c'est lui qui maintenant contrôle les cours aboutissant aux diplômes y compris les cours sandwichs organisés par les Polytechniques.

Bien que les cours sandwichs et les cours conventionnels aient une exigence intellectuelle semblable, cela ne veut pas dire que le contenu du cours est le même. Les cours sandwichs sont conçus pour préparer les futurs ingénieurs à une carrière dans l'industrie. Il s'ensuit que, les principes de base d'une discipline donnée ayant été enseignés, le programme d'études peut être façonné pour insister sur tels ou tels aspects d'un sujet qui sont d'importance industrielle, et peut être même de plus grande importance vis-à-vis des aspects d'un sujet qui seront d'utilité future dans l'industrie. En outre, à un stage plus avancé de bons nombres de

Développement d'avenir

Bien qu'ils soient fermement établis au niveau menant à la maîtrise, les cours sandwichs doivent encore être développés à un niveau supérieur. Un aspect important des études à ce niveau est la recherche qui mène au Doctorat (PhD) en Grande-Bretagne. Il ne devrait pas être trop difficile, universi-

taires et industriels s'aidant, de faire en sorte qu'un étudiant de recherche puisse passer

exposé de son travail, ce qui fournit un exercice oral supplémentaire.

Un autre avantage important, mais probablement moins tangible, qui émane de l'expérience industrielle, est la mise en contact avec une variété de personnes dont beaucoup sont, très souvent, des experts dans un domaine particulier. De telles personnes sont généralement disposées à parler de leurs travaux à un jeune stagiaire, et à les lui expliquer.

L'intégration des études universitaires dans l'expérience industrielle est, sans doute, l'aspect le plus difficile de l'organisation des cours sandwichs intégrés. Il n'est pas possible d'être précis quant à la meilleure façon d'obtenir une intégration satisfaisante étant donné que bien des choses dépendent de la discipline même et de la nature de l'expérience industrielle.

L'intégration commence quand une place est choisie pour un étudiant, mais elle repose ensuite sur l'universitaire qui rend les visites et le chef direct de l'étudiant dans l'industrie. Après en avoir discuté avec cette personne, le professeur doit pouvoir apprécier la nature

des cours, on introduit certains sujets marginaux d'importance industrielle générale, par exemple : droit industriel, computing, études administratives, langue étrangère, relations industrielles etc. A l'intérieur de ce réseau de principes et d'applications, on peut créer un cours au moins aussi exigeant qu'un cours conventionnel.

On peut se demander, à juste titre, si la combinaison des études académiques et des stages industriels place l'étudiant face à des demandes supplémentaires par comparaison avec un étudiant qui suit un cours de maîtrise traditionnel ? La réponse est sans aucun doute positive, mais l'ampleur de telles demandes est difficile à évaluer*.

Beaucoup d'étudiants sont satisfaits du changement que leur apporte la période de stage industriel vis-à-vis de leurs études traditionnelles, et ils apprécient l'occasion qui leur est fournie de pouvoir organiser leur propre journée de travail. D'un autre côté, ils sont parfois placés dans certaines situations industrielles qui demandent d'eux un degré de discipline supérieur à celui dont ils ont l'expérience en tant qu'étudiants à l'université. Ainsi l'effort additionnel doit inévitablement varier selon la nature du placement industriel. Très peu d'étudiants prennent mal ces demandes supplémentaires, et la

majorité d'entre eux en tire un grand profit.

Ces demandes supplémentaires sont compensées par certains avantages que les étudiants retirent des cours sandwichs. En voici quelques exemples :

1. L'intégration des cours universitaires avec l'expérience industrielle pratique amène les étudiants à apprécier la signification de leurs études.
2. L'horizon des étudiants s'élargit, ce qui résulte finalement en un développement anticipé de leur maturité. (Cela est particulièrement facile à discerner pour les professeurs qui enseignent à la fois aux étudiants des cours sandwichs et à ceux des cours traditionnels).
3. Les étudiants acquièrent un plus grand sens des responsabilités en ce qui concerne leurs propres efforts.
4. Les étudiants sont plus motivés à réussir par le fait même qu'ils ont eu la possibilité de faire l'expérience de la relation entre leurs études académiques et la résolution de problèmes industriels.
5. La transition éventuelle entre vie universitaire et emploi est facilitée par les périodes d'expérience industrielle.
6. Une expérience industrielle variée aide l'étudiant à décider de sa propre carrière future.

du travail et, entre eux, ils doivent évaluer la contribution que l'étudiant devrait être capable d'y apporter. Il incombe alors au professeur de s'assurer que l'étudiant comprend pleinement les principes de base de son travail, de remédier à toute lacune, et de mettre l'accent sur les aspects de ses études universitaires qui sont particulièrement en rapport avec son présent travail industriel. Enfin, on doit juger des progrès de l'étudiant, en tenant compte de ce que l'on peut raisonnablement attendre d'une personne à une période précise de son éducation et de son développement.

Il est clair que l'expertise du professeur, sa compétence à apprécier le travail ainsi que son implication et ses relations avec le cours suivi à l'université, sont de la plus haute importance si l'on veut réussir à accomplir cette intégration. Dans certains cas, c'est seulement quand le professeur a eu le temps de réfléchir à la situation que les chances d'intégration deviennent apparentes. Pour cette raison, à défaut d'une autre, il est important de rendre visite à l'étudiant au moins deux fois durant chaque période de stage industriel.

une partie de son temps dans un laboratoire de recherche industrielle à travailler sur des problèmes liés à ses études universitaires.

La perspective probablement la plus prometteuse que présentent les cours sandwichs, est l'occasion pour les étudiants d'aller

* Dans certaines disciplines, surtout pendant les périodes de rigueur économique, il y a compétition pour obtenir des places dans l'industrie.

vivre et de travailler pendant un certain temps dans un autre pays. C'est le cas en particulier pour les pays membres de la Communauté Économique Européenne dans lesquels on a supprimé les anciennes barrières pour l'inter-emploi des travailleurs. A l'heure actuelle, il y a au moins deux Universités et deux Polytechniques où l'on poursuit, de façon très active, le placement à l'étranger à des fins industrielles des étudiants des cours sandwichs.

Les places de stages industriels à l'intérieur des autres pays membres de la CEE, ne sont pas faciles à obtenir, ce que nous pouvons

sans doute attribuer en partie au manque de connaissance et d'expérience qui existe des cours sandwichs, tels qu'ils fonctionnent au Royaume-Uni. En France, par exemple, l'idée d'un stage d'un mois ou deux pour un étudiant est généralement acceptée. Par contre, un stage de six mois ou d'un an, toujours pour un étudiant, est totalement méconnu des industriels français, à l'exception des sociétés qui ont déjà accepté des étudiants britanniques. Selon l'expérience de l'auteur, dès qu'une société apprécie à leur juste valeur la nature et les buts des cours sandwichs, et les compétences des étudiants, on peut souvent négocier une place. Il va de

soi, qu'il est essentiel pour les professeurs et les étudiants d'avoir une connaissance raisonnable de la langue étrangère appropriée. Après avoir travaillé à l'étranger les étudiants reviennent avec une connaissance d'un mode de vie différent (tant dans leur travail qu'au dehors), avec une solide connaissance d'une langue étrangère, et une confiance en soi accrue, et l'on espère que cela leur donnera plus de débouchés dans leur futur emploi. De tels avantages valent, très certainement, l'effort supplémentaire fourni pour obtenir les places qui conviennent le mieux.

Appendice

1. Les universités qui étaient auparavant des Collèges de Technologie Avancée sont les suivantes : Aston à Birmingham, l'Université de Technologie de Bath, Bradford, Brunel, City, Heriot-Watt, l'Université de Technologie de Loughborough, Salford, Strathclyde, Surrey et l'Institut des Sciences et Technologie de l'Université du Pays de Galles.

2. Les diplômes de Bachelor of Science (BSc) sont décernés par les Universités britanniques, chaque université étant responsable de

la validation de ses diplômes. Le BSc représente approximativement le même niveau d'études que le diplôme de maîtrise d'une Université française ou que le Diplôme d'ingénieur d'une Grande École. Aucune distinction acceptable à l'échelon national n'a encore été faite dans le titre du diplôme obtenu par un étudiant qui a suivi un cours sandwich et un autre qui a suivi un cours conventionnel.

3. Les Polytechniques forment un groupe

d'établissements d'enseignement supérieur qui entrèrent en fonctions après 1967. Ils diffèrent des Universités en ce qu'ils ne sont pas uniquement concernés par les études menant à la licence, maîtrise ou diplômes supérieurs, mais par une large gamme d'autres études et de qualifications. Une de leurs responsabilités, qui n'est certes pas la moindre, est d'offrir des cours aux étudiants à mi-temps.

Une introduction à l'étude des orbitales atomiques*

par Jean-Pierre Jolivet¹, Daniel Cabrol² et Nicole Lumbroso-Bader³

(¹ Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05, Laboratoire de chimie des polymères inorganiques; ² Université de Nice, Parc Valrose, 06034 Nice Cedex, Laboratoire de biophysique et ³ Université Pierre et Marie Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05, Laboratoire de chimie physique du CNRS, BP 28, 94320 Thiais.)

Les notions de probabilité de présence d'un électron et d'orbitale atomique sont souvent abordées en première année de premier cycle, en introduction à l'étude de la liaison covalente.

Une des raisons qui rendent cet enseignement difficile est son caractère abstrait, lié moins à la nature même des notions enseignées qu'à la difficulté de pouvoir les illustrer par des schémas simples. C'est pourquoi nous avons tenté de fournir un support matériel à cet enseignement. Il consiste en une série de trente-trois *diapositives en couleur*, accompagnées de fiches qui en précisent le contenu ainsi que les codes (couleurs, graphismes, etc...) adoptés pour visualiser les concepts présentés.

Ces diapositives illustrent essentiellement :

- les notions de densité de probabilité et de densité de probabilité radiale,
- la symétrie sphérique des orbitales s,
- les propriétés directionnelles des orbitales p,
- l'équivalence entre des systèmes d'orbitales pures et des systèmes d'orbitales hybrides.

Il est certain que l'aperçu de ce document, que nous présentons ici imprimé en noir et blanc, ne rend compte que très imparfaitement des effets obtenus avec des diapositives en couleur.

I. Notion de densité de probabilité de présence

Les représentations ont pour objet de faire apparaître la différence entre :

- densité de probabilité,
- densité de probabilité radiale

en considérant l'électron de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental (décrit par une orbitale ψ_{1s}).

Afin d'illustrer et de concrétiser ces notions, nous avons établi un

parallèle entre densité de probabilité et intensité de coloration d'une solution.

Nous rappellerons que l'intensité de coloration d'une solution dépend :

- de sa concentration en substance colorée,
- de l'épaisseur de liquide à travers laquelle est faite l'observation.

En faisant varier un seul de ces facteurs, la concentration, on pourra utiliser les intensités de coloration d'une série de solutions pour représenter la variation (en fonction de la distance au noyau) de la densité de probabilité.

En faisant varier simultanément les deux facteurs (concentration et épaisseur de liquide traversé), on pourra au contraire utiliser l'intensité de la coloration pour représenter la variation (en fonction de la distance au noyau) de la densité de probabilité radiale.

* Ce document a fait l'objet de discussions dans le cadre des réunions de RECODIC, groupe « Multimedia ». Il est actuellement diffusé par le Centre Universitaire de Diffusion de Nouveaux Média d'Enseignement (C.U.D.N.M.E.) Université de Poitiers, Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées, 40 avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex.