

PHYSIQUE ET CHIMIE

Concours écoles d'ingénieurs post-bac

FESIC • GEIPI • POLYTECH • ENI • ECE • ESIEE • EFREI •
EPF • EPITA...

Didier Magloire

l'Étudiant

DUNOD

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2009
ISBN 978-2-10-054585-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

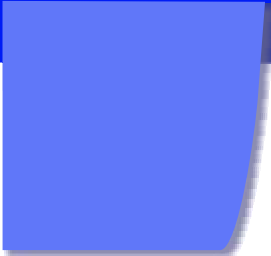


Table des matières

INTRODUCTION • LES ÉCOLES D'INGÉNIEURS RECRUTANT AU NIVEAU BAC PAR CONCOURS	vii
CHAPITRE 1 • MÉCANIQUE	1
CHAPITRE 2 • ÉLECTRICITÉ	54
CHAPITRE 3 • PHÉNOMÈNES ONDULATOIRES	105
CHAPITRE 4 • PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLÉAIRE	134
CHAPITRE 5 • CHIMIE	162

Les écoles d'ingénieurs recrutant au niveau Bac par concours

Les informations qui suivent concernent les écoles d'ingénieurs recrutant au niveau Bac par concours. Un certain nombre d'écoles recrutent au niveau Bac uniquement sur dossier et entretien. Vous trouverez la liste complète de ces écoles dans le guide Bien choisir son école d'ingénieurs édition 2010 publié par L'Etudiant et disponible en librairie.

Les bacheliers représentent 20 % des nouveaux inscrits chaque année en école d'ingénieurs. La grande majorité d'entre eux est issue de terminale S. Car même si quelques écoles s'ouvrent aux titulaires de bacs technologiques STI et STL, ces derniers restent minoritaires. Et même parmi les bacheliers S, une sélection « naturelle » s'opère entre ceux qui ont choisi les options maths ou physique-chimie, plutôt bien placés, et les autres.

Des étudiants moins stressés

Les écoles qui recrutent après le bac proposent pour la plupart un schéma d'études identique comprenant deux années de cycle préparatoire suivies de trois années de cycle ingénieur. Il s'agit en quelque sorte d'effectuer vos deux années de classe prépa au sein d'une école dans laquelle vous poursuivrez ensuite vos études. Cette solution peut se révéler intéressante si vous avez un bon niveau scolaire, mais redoutez à la fois la scolarité au sein d'une prépa traditionnelle et... l'angoisse liée à la préparation des concours d'entrée dans les écoles d'ingénieurs, car la sélection dans les écoles en cinq ans s'effectue généralement sur dossier et entretien.

Durant les deux années de cycle préparatoire, même si le programme des cours reste chargé (dans certains établissements, vous ne verrez pas la différence avec une prépa classique !), les élèves sont moins stressés que ceux des classes prépas traditionnelles. De plus, ils ont l'opportunité de s'investir au sein d'une école qui les accueillera au minimum pendant cinq ans. Enfin, les enseignements sont souvent plus concrets qu'en classe prépa et la plupart des écoles prévoient, dès la première année, un stage en entreprise. Le programme du cycle préparatoire des INSA comporte ainsi des maths, de la physique, de la chimie, de la thermodynamique, de l'informatique, de la mécanique, de la communication et des langues, du sport...

Le redoublement en cycle préparatoire est autorisé, en première ou deuxième année selon les établissements (contrairement aux classes prépas où le redoublement est possible uniquement en deuxième année). Au final, ce sont vos résultats durant les

deux premières années qui conditionnent votre passage en cycle ingénieur. Bien sûr, il peut arriver que certains étudiants soient recalés. « Mais les difficultés apparaissent dès le début et on attend rarement la fin des deux années de cycle préparatoire pour réorienter un élève en difficulté », explique Michel Martin, responsable des admissions à l'UTC (université de technologie de Compiègne).

Les ENI

Les cinq ENI (écoles nationales d'ingénieurs) de Brest, Metz, Saint-Étienne, Tarbes et Blois recrutent en commun leurs candidats en cycle préparatoire première année. Ces écoles ont offert respectivement 140, 140, 110, 190 et 100 places en 2007. Les pré-inscriptions s'effectuent sur Internet (www.admission-postbac.org), de mi-janvier à fin mars. Les candidats peuvent s'inscrire pour une ou plusieurs écoles. Pour le concours 2008, le coût était de 90 €. Pour en savoir plus, vous pouvez contacter le SCRENI (Service commun de recrutement en première année des ENI), BP 1643, 65016 Tarbes cedex, tél. 05.62.44.27.05 ou consulter le site Internet : www.enit.fr.

Le concours des ENI

Il est ouvert aux bacheliers S et STI. La sélection comporte une seule phase d'admission, qui repose sur un examen du dossier scolaire (coefficient 3), une épreuve écrite de 3 h (coefficient 4) et un entretien de motivation de 30 minutes (coefficient 3). À l'écrit, les candidats STI plangent en partie sur un QCM (questionnaire à choix multiple) de maths, physique, chimie et mécanique portant sur le programme de terminale. Les bacheliers S passent la même épreuve que celle du concours GEIPI (voir plus loin).

Liste des ENI

Elles sont cinq, mais l'ENISE Saint-Étienne délivre en fait deux diplômes d'ingénieur, l'un en génie mécanique et l'autre en génie civil.

- **ENIB Brest**
École nationale d'ingénieurs de Brest, technopôle Brest-Iroise, CS 73862, 29238 Brest cedex 3, tél. 02.98.05.66.00, Web : www.enib.fr.
- **ENIM Metz**
École nationale d'ingénieurs de Metz, Ile du Saulcy, 57045 Metz cedex 1, tél. 03.87.34.69.00, Web : www.enim.fr.
- **ENISE Saint-Étienne**
École nationale d'ingénieurs de Saint-Étienne, 58, rue Jean-Parot, 42023 Saint-Étienne cedex 2, tél. 04.77.43.84.84, Web : www.enise.fr.
- **ENIT Tarbes**
École nationale d'ingénieurs de Tarbes, 47, av. d'Azereix, BP 1629, 65016 Tarbes cedex, tél. 05.62.44.27.00, Web : www.enit.fr.
- **ENIVL Blois**
École nationale d'ingénieurs du Val-de-Loire, rue de la Chocolaterie, BP 3410, 41034 Blois cedex, tél. 02.54.55.84.50, Web : www.enivl.fr.

Les écoles de la FESIC

La FESIC (Fédération d'écoles supérieures d'ingénieurs et de cadres) rassemble 20 établissements de l'enseignement catholique qui délivrent tous un diplôme d'ingénieur reconnu par la Commission des titres. Le nombre de places offertes chaque année par l'ensemble des écoles est d'environ 2 800.

14 de ces écoles ont mis en place une procédure commune de recrutement, sur dossier, épreuves écrites et éventuellement entretien (les épreuves sont détaillées un peu plus loin), accessible aux titulaires d'un bac S (et STI, pour l'EPMI, l'ESEO et la salle Beauvais ainsi que STL pour cette dernière uniquement). Il s'agit de CPE Lyon, l'EPMI Cergy-Pontoise, l'ESA Angers, l'EI Toulouse, l'ESCOM Beauvais, l'ESEO Angers et Paris, l'ISA Lille, LaSalle Beauvais, l'ISARA Lyon, l'ISEN Brest, l'ISEN Toulon, l'ISEN Lille, l'ISEP Paris et l'École Louis-de-Broglie Rennes.

Cinq autres écoles de la FESIC recrutent, elles, directement sur dossier et, éventuellement, entretien. Il s'agit de l'ECAM Lyon, de HEI Lille et des trois ICAM de Lille, Nantes et Toulouse. À noter, les ICAM de Lille et Toulouse auxquels s'ajoutent les ICAM de Bretagne et de Vendée proposent un cursus en apprentissage.

Le concours commun

L'inscription s'effectue sur Internet (sur www.grandesecoles-postbac.fr), de janvier à mi-avril. Vous devez y préciser, notamment, quel est votre cursus depuis cinq ans et quelles sont vos notes de français obtenues au bac (à l'écrit et à l'oral). Il faudra également verser les frais d'inscription au concours. Ceux-ci sont de 130 € pour le premier groupe et 50 € par groupe supplémentaire, sachant que les écoles sont réparties en cinq groupes. Le groupe 1 comprend CPE Lyon, EPMI Cergy-Pontoise, ESCOM, ESEO, ISEN Brest, ISEN Lille, ISEN Toulon, ISEP, LOUIS de Broglie ; le groupe 2 rassemble les écoles d'agriculture (EI Purpan, ESA, ISA, ISARA-Lyon), le groupe 3 est composé de LaSalle Beauvais, le groupe 4, de HEI et le groupe 5, de l'ECAM et des trois ICAM de Lille, Nantes, Toulouse.

Le dossier de candidature. Il devra contenir vos bulletins de seconde, première et terminale, vos résultats au bac français, une lettre de motivation manuscrite, une lettre d'appréciation de vos professeurs de mathématiques, de physique-chimie et de sciences de la vie et de la Terre. Selon les écoles, ce dossier sera plus ou moins important lors de la sélection finale. Par ailleurs, certaines écoles pourront exiger des documents complémentaires.

Le concours. Il a lieu courant mai et comprend trois ou quatre épreuves écrites qui se déroulent sous la forme de QCM en mathématiques (2h30), chimie (1h30), physique (2h30) et, pour les écoles d'ingénieurs en agriculture, en sciences de la vie et de la Terre (1h30). Chaque école applique ses propres coefficients. Le programme des épreuves est du niveau terminale S et porte uniquement sur les enseignements obligatoires (vous trouverez des annales sur le site de la FESIC). À noter, les bacheliers qui ont suivi l'option sciences de l'ingénieur et biologieécologie sont dispensés de l'épreuve de SVT.

Les résultats sont communiqués fin mai et chaque école constitue sa propre liste de candidats admis (ou admissibles pour les écoles qui font passer un entretien). Pour en savoir plus, vous pouvez contacter la sélection FESIC, 35, rue de la Bienfaisance, 75008 Paris, au 01.80.90.53.10 ou sur Internet : www.fesic.org.

REPÈRES

Le nombre de places aux concours FESIC

Le tableau ci-dessous récapitule les différentes procédures de sélection et le nombre de places offertes par les écoles de la FESIC aux concours 2008.

Écoles	Mode de recrutement	Places offertes
CPE Lyon	Dossier et épreuves	220
ECAM Lyon	Dossier	135
École Louis- de-Broglie Rennes	Dossier et épreuves	48
ESA Angers	Dossier, épreuves et entretien	120
EI Toulouse	Dossier, épreuves et entretien	155
EPMI Cergy-Pontoise	Dossier, épreuves et entretien	70
ESCOM Compiègne	Dossier et épreuves	110
ESEO Angers, Paris et Dijon	Dossier et épreuves	252
HEI Lille	Dossier et entretien	350
ICAM (1)	Dossier et deux entretiens	300
ISA Lille	Dossier et épreuves	110
ISARA Lyon	Dossier, épreuves et entretien	120
ISEN Brest	Dossier et épreuves	96
ISEN Toulon	Dossier et épreuves	110
ISEN Lille	Dossier et épreuves	114
ISEP Paris	Dossier et épreuves	110
LaSalle Beauvais	Dossier, épreuves et entretien	230
		Total 2 650

(1) Lille, Nantes et Toulouse.

Liste des écoles

- **ECAM Lyon**
École catholique d'arts et métiers, 40, montée Saint-Barthélemy, 69321 Lyon cedex 05, tél. 04.72.77.06.00, Web : www.ecam.fr.
- **ÉCOLE LOUIS-DE-BROGLIE Rennes**
Campus de Ker-Lann, 35170 Bruz, tél. 02.99.05.84.00, Web : www.ecole-debroglie.fr.
- **EI PURPAN Toulouse**
École d'ingénieurs de Purpan, 75, voie du Toec, BP 57611, 31076 Toulouse cedex 3, tél. 05.61.15.30.30, Web : www.purpan.fr

- **EPMI Cergy-Pontoise**
École d'électricité, de production et des méthodes industrielles, 13, bd de l'Hautil, 95092 Cergy-Pontoise cedex, tél. 01.30.75.60.40, Web : www.epmi.fr.
- **ESA Angers**
École supérieure d'agriculture, 55, rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers cedex 1, tél. 02.41.23.55.55, Web : www.groupe-esa.com
- **ESCOM Compiègne**
École supérieure de chimie organique et minérale, 1, allée du réseau Jean-Marie-Buckmaster, 60200 Compiègne, tél. 03.44.23.88.00, Web : www.escom.fr.
- **ESEO Angers**
4, rue Merlet-de-la-Boulaye, BP 30926, 49009 Angers cedex 01, tél. 02.41.86.67.67, Web : www.eseo.fr
- **HEI Lille**
Hautes études d'ingénieur, 13, rue de Toul, 59046 Lille cedex, tél. 03.28.38.48.58, Web : www.hei.fr.
- **ICAM Lille**
Institut catholique d'arts et métiers, 6, rue Auber, 59046 Lille cedex, tél. 03.20.22.61.61, Web : www.icam.fr.
- **ICAM Nantes**
Institut catholique d'arts et métiers, 35, av. du Champ-de-Manoeuvres, 44470 Carquefou, tél. 02.40.52.40.52, Web : www.icam.fr.
- **ICAM Toulouse**
Institut catholique d'arts et métiers, 75, av. de Grande-Bretagne, 31300 Toulouse, tél. 05.34.50.50.50, Web : www.icam.fr.
- **INSTITUT POLYTECHNIQUE LaSalle Beauvais**
rue Pierre-Waguet, BP 30313, 60026 Beauvais cedex, tél. 03.44.06.25.25, Web : www.lasalle-beauvais.fr.
- **ISA Lille**
Institut supérieur d'agriculture, 48, bd Vauban, 59046 Lille, tél. 03.28.38.48.48, Web : www.isa-lille.fr.
- **ISARA Lyon**
Institut supérieur d'agriculture et d'agroalimentaire Rhône-Alpes, 23, rue Jean-Baldassini, 69364 Lyon cedex 07, tél. 04.27.85.85.85, Web : www.isara.fr.
- **ISEN Brest**
Institut supérieur de l'électronique et du numérique de Brest, 20, rue Cuirassé-Bretagne, CS 42807, 29228 Brest cedex 2, tél. 02.98.03.84.00, Web : www.isen.fr.
- **ISEN Lille**
Institut supérieur de l'électronique et du numérique de Lille, 41, bd Vauban, 59046 Lille cedex, tél. 03.20.30.40.50, Web : www.isen.fr.
- **ISEN Toulon**
Institut supérieur de l'électronique et du numérique de Toulon, Maison des technologies, place Georges-Pompidou, 83000 Toulon, tél. 04.94.03.89.50.
- **ISEP Paris**
Institut supérieur d'électronique de Paris, 28, rue Notre-Dame-des-Champs, 75006 Paris, tél. 01.49.54.52.00, 01.49.54.52.43, Web : www.isep.fr.

Les écoles du GEIPI-POLYTECH

Le GEIPI-Polytech (Groupement d'écoles d'ingénieurs publiques à parcours intégré) rassemble 23 écoles universitaires qui recrutent des bacheliers S sur concours commun. Ces écoles ont représenté, au total, un volume de 1 700 places pour la session de recrutement 2009.

Vous pouvez vous informer sur le concours sur Internet (www.geipipolytech.org) ou auprès du service concours du GEIPI-Polytech (ESSTIN, 2, rue Jean-Lamour, 54519 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex, tél. 03.83.68.50.50). Pour vous inscrire, il faut passer par le site national www.admission-postbac.org. Le coût du concours GEIPI-Polytech était de 70 € en 2009 quel que soit le nombre d'écoles choisies.

Pas d'impasse sur la culture générale

Le concours d'entrée dans ces écoles se compose de deux épreuves d'une durée chacune de trois heures (dont une est commune avec les ENI), comprenant à chaque fois des mathématiques et de la physique-chimie, et d'un entretien. Le programme des épreuves correspond à celui de l'année de terminale, mais les écoles du GEIPI-Polytech apprécient également les candidats qui possèdent une bonne connaissance de l'environnement scientifique. Ces acquis sont vérifiés notamment au sein de l'épreuve de physique qui comprend des questions de culture générale scientifique. Vous trouverez des annales sur le site du GEIPI-Polytech.

À SAVOIR

Les places au concours GEIPI-Polytech'

Le tableau ci-dessous récapitule le nombre de places offertes au concours GEIPI-Polytech en 2009, au sein des 23 écoles.

Ecoles	Places
Agrosup Dijon	10
ESIREM Dijon	10
ISAT Nevers	80
ISEL Le Havre	40
ISTIA Angers	48
ISTY Versailles	40
EEIGM Nancy	55
ENSGSI Nancy	40
ESSTIN Nancy	140
Institut Galilée Villetaneuse	50
Telecom Lille	115
Telecom Saint-Étienne	40

Ecoles	Places
Polytech' Clermont-Ferrand	80
Polytech' Grenoble	60
Polytech' Lille	80
Polytech' Marseille	90
Polytech' Montpellier	140
Polytech' Nantes	90
Polytech' Nice-Sophia	90
Polytech' Orléans	90
Polytech' Paris-UMPC	120
Polytech' Savoie	60
Polytech' Tours	90
TOTAL GENERAL	1 700

À noter que les « bons élèves » (ceux qui ont au moins 15 de moyenne en mathématiques et en physique et sont bons en anglais et en français) sont dispensés de passer les épreuves du concours. Pour ce faire, il suffit de fournir un dossier comprenant notamment vos notes de première et de terminale. Si vous obtenez, après examen du dossier par un jury, plus de 1500 points, vous serez admis d'office.

Liste des écoles

- **AGROSUP Dijon**
Institut national supérieur des sciences agronomiques, de l'alimentation et de l'environnement, campus universitaire, 1, esplanade Erasme, 21000 Dijon, tél. 03.80.39.66.01, Web : www.ensbana.fr.
- **EEIGM Nancy**
École européenne d'ingénieurs en génie des matériaux, 6, rue Bastien-Lepage, BP 630, 54010 Nancy cedex, tél. 03.83.36.83.00, Web : www.eeigm.inpl-nancy.fr.
- **ENSGSI Nancy**
École nationale supérieure en génie des systèmes industriels, 8, rue Bastien-Lepage, BP 90647, 54010 Nancy cedex, tél. 03.83.19.32.32, Web : www.ensgsi.inpl-nancy.fr.
- **ESIREM Dijon**
École supérieure d'ingénieurs de recherche en matériaux, 9, av. Alain-Savary, aile des sciences de l'ingénieur, bât. Mirande, BP 47870, 21078 Dijon cedex, tél. 03.80.39.60.09, Web : www.u-bourgogne.fr/ESIREM.
- **ESSTIN Nancy**
École supérieure des sciences et technologies de l'ingénieur de Nancy, 2, rue Jean-Lamour, 54519 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex, tél. 03.83.68.50.00, Web : www.esstin.uhp-nancy.fr.
- **INSTITUT GALILÉE VILLETANEUSE**
99, av. Jean-Baptiste-Clément, 93430 Villetaneuse, tél. 01.49.40.30.00, Web : www.sup-galilee.univ-paris13.fr.
- **ISAT Nevers**
Institut supérieur de l'automobile et des transports, 49, rue Mademoiselle-Bourgeois, BP 31, 58027 Nevers cedex, tél. 03.86.71.50.00, Web : www.isat.fr.
- **ISEL Le Havre**
Institut supérieur d'études logistiques, quai Frissard, BP 1137, 76063 Le Havre cedex, tél. 02.32.74.49.00, Web : www.univ-lehavre.fr/enseigner/isel.
- **ISTIA Angers**
Institut des sciences et techniques de l'ingénieur d'Angers, 62, av. Notre-Dame-du-Lac, 49000 Angers, tél. 02.41.22.65.00, Web : www.istia.univ-angers.fr.
- **ISTY Versailles**
Institut des sciences et techniques des Yvelines, 45, av. des États-Unis, 78035 Versailles cedex, tél. 01.39.25.45.85, Web : www.isty.uvsq.fr.
- **POLYTECH' Clermont-Ferrand**
Centre universitaire des sciences et techniques de l'université Clermont-Ferrand 2, campus des Cézeaux, 24, av. des Landais, BP 206, 63174 Aubière cedex, tél. 04.73.40.75.00, Web : www.polytech-clermontferrand.fr.