

O. Aubert - F. Le Bourhis - P. Muller - R. Ponche

**Je réussis
mon entrée en prépa**

Sciences industrielles de l'ingénieur

Passerelle Terminale → Prépa



Méthodes et conseils

- Bien démarrer sa prépa
- Organiser son année
- Les conseils sur la matière



Entraînement intensif

- 70 QCM d'auto-évaluation
- + de 25 exercices progressifs et chronométrés



Synthèse de cours avec :

- Toutes les notions du lycée
- Des passerelles vers la prépa



Tous les corrigés détaillés



OFFERT EN LIGNE

- + de **70 QCM** interactifs
- + **10 schémas** à compléter
- + Fiches et activités **Python**

Je réussis
mon entrée en prépa

Sciences industrielles de l'ingénieur

Passerelle Terminale → Prépa

Oriane Aubert est professeure en CPGE au lycée Jules-Garnier à Nouméa.

Florent Le Bourhis est professeur en CPGE au lycée Janson-de-Sailly à Paris.

Pierre Muller est professeur en CPGE au lycée Henri-IV à Paris.

Rémi Ponche est professeur en CPGE au lycée Berthollet à Annecy.

Prêt à entrer en prépa ?

Retrouvez notre QCM interactif
en partenariat avec LES SHERPAS[©]
pour être au top à la rentrée !



lienmini.fr/40836-QCM

ISBN : 978-2-311-40837-9

Conception couverture : Makaku - Emmanuel Linares

Conception et mise en page : Sébastien Mengin - Edilibre

Crédits iconographiques : p.9 Adobe Stock © yuriyolub - p.23 Adobe Stock

© fotografiche.eu - p. 90 Adobe Stock © UlyssePixel

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, 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 » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal. Le « photocopillage », c'est l'usage abusif et collectif de la photocopie sans autorisation des auteurs et des éditeurs. Largement répandu dans les établissements d'enseignement, le « photocopillage » menace l'avenir du livre, car il met en danger son équilibre économique. Il prive les auteurs d'une juste rémunération. En dehors de l'usage privé du copiste, toute reproduction totale ou partielle de cet ouvrage est interdite. Des photocopies payantes peuvent être réalisées avec l'accord de l'éditeur. S'adresser au Centre français d'exploitation du droit de copie : 20, rue des Grands-Augustins, F-75006 Paris. Tél. : 01 44 07 47 70.

© Vuibert - avril 2021 - 5, allée de la 2^e D.B., 75015 Paris - Site Internet : <http://www.vuibert.fr>



SOMMAIRE



Ressources numériques

Pour accéder aux ressources numériques en ligne, retrouvez nos codes à flasher tout au long du livre :

- **QCM d'auto-évaluation** interactifs
- **Schémas à compléter** interactifs
- **Fiches et activités Python** de remise à niveau



PARTIE 1.

MÉTHODES ET CONSEILS POUR FAIRE LA DIFFÉRENCE

1 ▶ L'entrée en classe préparatoire aux grandes écoles, p. 10 — **2** ▶ Les 6 qualités d'un préparatoire, p. 11 — **3** ▶ Les 5 conseils pour bien démarrer votre année, p. 12 — **4** ▶ La gestion de la masse de travail, p. 13 — **5** ▶ Les cours et les différents types de devoirs, p. 15 — **6** ▶ Les 5 incontournables en sciences industrielles, p. 20



PARTIE 2.

SII. TOUT CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR RÉUSSIR

Chapitre 1. Analyser les systèmes multi-physiques 25

Auto-évaluation, p. 26

Synthèse de cours, p. 27

1 ▶ Définition d'un système multi-physique, p. 27 — **2** ▶ Analyse fonctionnelle d'un système multi-physique, p. 28 — **3** ▶ Analyse structurelle d'un système multi-physique, p. 32

Exercices d'application, p. 35

Corrigés détaillés, p. 40

Chapitre 2. Analyser et modéliser la chaîne de puissance des systèmes . . . 43

Auto-évaluation, p. 44

Synthèse de cours, p. 45

1 ▶ Les principaux composants d'une chaîne de puissance, p. 45 — **2** ▶ Modélisation de la chaîne de puissance d'un système multi-physique, p. 48 — **3** ▶ Simulation de la chaîne de puissance d'un système multi-physique, p. 50

Exercices d'application, p. 56

Corrigés détaillés, p. 63

Chapitre 3. Analyser et modéliser la chaîne d'information des systèmes . . . 65

Auto-évaluation, p. 66

Synthèse de cours, p. 67

1 ▶ Les principaux composants d'une chaîne d'information, p. 67 — **2 ▶** Modélisation de la chaîne d'information d'un système multi-physique, p. 70 — **3 ▶** Mesure des grandeurs flux et effort, p. 83

Exercices d'application, p. 86

Corrigés détaillés, p. 96

Chapitre 4. Modéliser les systèmes asservis et valider leurs performances 99

Auto-évaluation, p. 100

Synthèse de cours, p. 101

1 ▶ Définition et structure d'un système asservi, p. 101 — **2 ▶** Modélisation d'un système asservi, p. 104 — **3 ▶** Optimisation des performances d'un système asservi, p. 106

Exercices d'application, p. 110

Corrigés détaillés, p. 115

Chapitre 5. Modéliser les systèmes numériques ou décisionnels 117

Auto-évaluation, p. 118

Synthèse de cours, p. 119

1 ▶ Définition d'un système à événements discrets, p. 119 — **2 ▶** Modélisation d'un système à événements discrets, p. 121 **3 ▶** Modélisation d'un système utilisant une technologie d'intelligence artificielle (IA), p. 124

Exercices d'application, p. 130

Corrigés détaillés, p. 135

Chapitre 6. Modéliser la structure mécanique des systèmes 137

Auto-évaluation, p. 138

Synthèse de cours, p. 139

1 ▶ Hypothèses et paramétrage, p. 139 — **2 ▶** Les liaisons mécaniques, p. 142 — **3 ▶** Modélisation et représentation graphique, p. 144

Exercices d'application, p. 148

Corrigés détaillés, p. 154

Chapitre 7. Valider les performances cinématiques des systèmes 157

Auto-évaluation, p. 158

Synthèse de cours, p. 159

1 ▶ Cinématiques du point, p. 159 — **2 ▶** Cinématique du solide, p. 160 — **3 ▶** Mouvements particuliers, p. 163 — **4 ▶** Transmission et adaptation du mouvement dans un système mécanique, p. 164

Exercices d'application, p. 168

Corrigés détaillés, p. 172

Chapitre 8. Modéliser les actions mécaniques 175

Auto-évaluation, p. 176

Synthèse de cours, p. 177

1 ▶ Différents types d'actions mécaniques, p. 177 — **2** ▶ Quelques cas particuliers d'actions mécaniques, p. 178 — **3** ▶ Cas général pour la modélisation des actions mécaniques, p. 181

Exercices d'application, p. 187

Corrigés détaillés, p. 193

Chapitre 9. Valider les performances dynamiques des systèmes 197

Auto-évaluation, p. 198

Synthèse de cours, p. 199

1 ▶ Caractéristiques d'inertie, p. 199 — **2** ▶ Principe fondamental de la dynamique, p. 202—
3 ▶ Méthodes de résolution, p. 207

Exercices d'application, p. 209

Corrigés détaillés, p. 214

Chapitre 10. Modéliser un système multi-physique 217

Auto-évaluation, p. 218

Synthèse de cours, p. 219

1 ▶ Modèle de connaissance *versus* modèle de comportement, p. 219 — **2** ▶ Modélisation causale *versus* modélisation acausale, p. 223

Exercices d'application, p. 227

Corrigés détaillés, p. 233



Ressources numériques

Retrouvez des fiches et activités en Python interactives pour une remise à niveau efficace



lienmini.fr/40828-PYTHON



Ressources numériques

Retrouvez des schémas interactifs à compléter pour réviser autrement



lienmini.fr/40837-SCHEMAS

MODE D'EMPLOI

Cet ouvrage a été conçu comme un **outil de révisions** pratique et agréable pour l'élève. Des rubriques, agrémentées de **pictogrammes**, permettent une lecture non linéaire et des **points de repères** visuels.



À retenir

Pour réviser et maîtriser les notions et les définitions essentielles du programme. Elles sont à connaître par cœur.



Objectif prépa

Pour s'immerger dans le programme de prépa. Un avant-goût des exigences de première année.



Attention !

Pour mettre en avant les points de vigilance.

D'autres rubriques, **Remarque**, **Exemple**, **etc.** viennent enrichir les synthèses de cours et permettent une meilleure appropriation des contenus.

Avant-propos

La première année de classe préparatoire scientifique peut être déstabilisante pour les élèves. De **nouvelles notions** sont à apprendre, mais il est surtout indispensable de maîtriser parfaitement celles acquises au lycée.

Ce livre de Sciences industrielles de l'ingénieur (SII) assure une passerelle efficace entre le programme du lycée et celui des classes préparatoires scientifiques. Le programme de CPGE est une continuité du programme du lycée et il a donc été écrit pour prendre en considération cette continuité.

Rédigé par 4 enseignants de CPGE dont certains ont des expériences d'enseignement en Première, Terminale, BTS et en milieu universitaire, cet ouvrage est l'aboutissement d'une réflexion commune autour de l'enseignement des Sciences de l'ingénieur.

Pour vous qui avez choisi cet enseignement en Première et Terminale, vous trouverez dans ces pages des rappels de cours de pour pouvoir commencer son année de prépa dans de bonnes conditions.

Les programmes de CPGE étant liés au programme de lycée, nous avons écrit ce livre pour que les notions importantes de lycée y soient clairement présentées tout en les conceptualisant ensuite comme cela sera fait en CPGE.

En première année de CPGE, les programmes des différentes filières proposent une organisation sous forme de « poupée russes », c'est-à-dire que le programme de PTSI englobe le programme de PCSI qui englobe le programme de MPSI-MP2I, les encarts « Objectif prépa » présents dans cet ouvrage se réfèrent majoritairement au programme de PTSI. Dans le cas contraire, la ou les filières correspondantes seront indiquées dans l'entête de l'encart.

Concernant les exercices associés au cours, nous avons fait le choix, pour cet ouvrage, d'utiliser majoritairement des sujets de concours d'écoles d'ingénieurs, des sujets de baccalauréat ou de concours de recrutement. Le but est d'amener l'élève à se confronter à des problématiques industrielles réelles mises en évidence par ces sujets. Certains sujets auront été néanmoins simplifiés volontairement pour pouvoir être traités par des étudiants de lycée et de début de CPGE.

L'ouvrage aide aussi à consolider ses **méthodes de travail**.

Il est composé de dix chapitres proposant des synthèses de cours et suivis de problèmes de niveaux de difficulté progressifs et chronométrés pour un entraînement intensif efficace avant la rentrée.

Le contenu de l'ouvrage reprend les objectifs, compétences et connaissances acquises lors des classes de Première et Terminale. L'objectif est de permettre une assimilation optimale des notions fondamentales avant l'entrée en première année de CPGE.

- Le Chapitre 1 traite le problème d'analyse d'un système multi-physique. Il permet de définir ce que sont ces systèmes afin de conduire par la suite une démarche d'ingénierie visant à mettre en évidence les différences (écarts) que l'on retrouve entre le système réel, son modèle et le cahier des charges.

Avant-propos

- Les deux chapitres suivants (Chapitres 2 et 3) permettent de définir la structure fonctionnelle d'un système multi-physique que sont la chaîne de puissance et la chaîne d'information.
- Les Chapitres 4 et 5 permettent d'appréhender l'approche de modélisation d'un système multi-physique, et plus particulièrement un système automatique.
- Les Chapitres 6 à 9, quant à eux, s'intéressent à la modélisation mécanique d'un système multi-physique.
- Pour finir, le dernier chapitre (Chapitre 10) permettra de clarifier les notions de modélisation d'un système multi-physique.

Bonne lecture!

PARTIE 1

MÉTHODES ET CONSEILS POUR FAIRE LA DIFFÉRENCE

Plan de la partie

- | | |
|--|----|
| 1. L'entrée en classe préparatoire aux grandes écoles | 10 |
| 2. Les 6 qualités d'un préparateur | 11 |
| 3. Les 5 conseils pour bien démarrer votre année | 12 |
| 4. La gestion de la masse de travail | 13 |
| 5. Les cours et les différents types de devoirs | 15 |
| 6. Les 5 incontournables en sciences industrielles | 20 |



MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

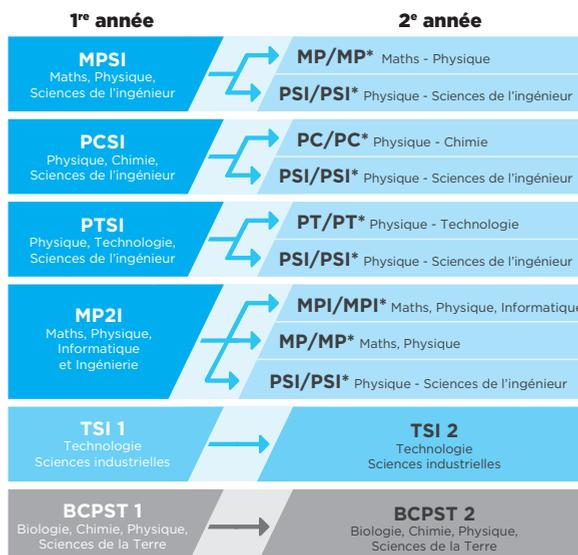
Vous allez entrer en classe préparatoire aux grandes écoles (CPGE)? Vous vous posez des questions sur vos capacités de réussite, sur le niveau de difficulté, sur l'organisation du travail? Retrouvez ici tous les conseils qui vous permettront d'entreprendre plus sereinement ces deux années de formation et vous seront utiles, autant pour votre vie d'étudiant qui démarre que pour votre vie professionnelle à venir.

1 L'entrée en classe préparatoire aux grandes écoles

Présentation générale

Les CPGE, qu'elles soient scientifiques (comme cela va nous intéresser dans cet ouvrage), littéraires ou commerciales, font l'objet de nombreuses idées préconçues. Quantité de travail à fournir colossale, cours qui vont à toute vitesse, professeurs sévères, mauvaises notes, même pour les meilleurs élèves, autant d'idées passéistes et qui ne sont en aucun cas le reflet des changements et des évolutions entrepris en classe prépa. Les enseignants sont très attentifs et à l'écoute de leurs étudiants, la camaraderie est forte entre membres d'une même classe et, avec beaucoup de motivation et d'investissement, ces deux années se vivent très bien. Un premier point rassurant : si votre dossier est sélectionné et que vous êtes pris, c'est déjà bon signe! Cela signifie que des enseignants expérimentés de prépa ont inspecté votre dossier et que votre réussite ne fait aucun doute. La légende des prépas peut faire peur, mais, si la montagne paraît grande, elle n'en reste pas moins surmontable. Chaque année, un très grand nombre d'élèves intègre une école d'ingénieurs ou un autre cursus. La qualité de la formation en prépa est telle que tout élève trouvera sa voie.

Les parcours et filières en prépas scientifiques



2 Les 6 qualités d'un préparatoire

1. Faire preuve de persévérance et d'une bonne capacité de travail

La prépa implique un rythme de travail soutenu, avec une trentaine d'heures de cours par semaine qu'il faut compléter chaque jour par des heures de travail personnel, avec un rythme soutenu contenant des interrogations orales (les « colles ») et un devoir écrit chaque semaine (les DS). Le rythme sera nécessairement plus soutenu que ce que vous avez pu connaître au lycée et la préparation aux concours implique de se préparer pendant deux ans et donner le meilleur de soi-même lors des épreuves pour avoir les meilleurs résultats possibles. Il faut donc tenir sur la durée et travailler régulièrement.

2. Être capable de se concentrer

Un travail efficace implique une bonne capacité de concentration.

Être capable de se concentrer sur une tâche ou sur la réalisation d'un exercice vous permet d'avancer plus rapidement dans les exercices, de comprendre en classe et ainsi commencer, dès la prise de notes, à mémoriser des savoirs opérationnels.

3. Savoir s'organiser

Les journées sont bien remplies et vous avez plusieurs matières différentes à travailler chaque jour. Il faut également prévoir des temps pour soi, afin de pratiquer une activité sportive et conserver des loisirs. Anticiper le travail à faire, répartir la charge de travail sur la semaine et aménager ses plages de détente implique une bonne capacité d'organisation et la gestion d'un planning, ce qui sera un atout certain pour vos deux années de CPGE.

4. Être rigoureux

La prépa est une formation scientifique où la rigueur dans le raisonnement est de mise. Savoir mettre en relation des informations, raisonner, utiliser ses connaissances pour proposer des interprétations, quantifier des phénomènes et réaliser une analyse critique est au cœur de cette formation.

5. Être polyvalent et curieux

Non seulement vous aborderez des thèmes très divers en sciences industrielles, thermodynamique, automatique, mécanique, atomistique, mais vous étudierez également des mathématiques, de l'informatique, de la physique-chimie, de l'anglais, ou du français. La réussite aux concours implique de s'investir dans l'ensemble de ces disciplines et donc de faire preuve d'une curiosité pour le monde qui vous entoure.

6. Avoir un ou plusieurs objectifs

Un travail soutenu dans l'optique d'un concours est difficilement envisageable sans but. Même si celui-ci peut bien évidemment changer au cours des deux années grâce à une meilleure connaissance des débouchés professionnels et des formations proposées par les grandes écoles. Il est important d'avoir un objectif qui vous aide à tenir sur la durée tout en cherchant à progresser dès que possible.

3 Les 5 conseils pour bien démarrer votre année

1. Entrer rapidement dans votre année

Les premières semaines sont très importantes et les enseignants vont démarrer l'année dès la première heure de cours. Il sera considéré que l'ensemble des connaissances du lycée sont acquises et surtout, maîtrisées. Ce livre vous y aidera ! Le premier des conseils est donc de réviser sérieusement durant les vacances d'été, avant la reprise des cours. Assurez-vous de savoir encore manipuler des équations mathématiques et de résoudre quelques exercices classiques de sciences industrielles (tous les exercices de ce livre sont conçus dans ce sens) et de physique. Vous pourrez alors affronter votre formation sur un bon pied.

2. Vous mettre au travail tout de suite

Les enseignants vous donneront, dès le premier jour, des directives pour travailler intelligemment, il faut donc les saisir immédiatement et les appliquer tout de suite, sans attendre en se disant que « pour le moment, ça va ! ». Si vous prenez du retard dès les premières semaines, vous serez vite débordé.

L'avantage, c'est qu'une fois le rythme pris et les méthodes correctement appliquées, il n'y aura plus aucune raison de flancher durant les deux ans qui vous attendent.

3. Optimiser votre temps

Il est souvent compliqué, pour de bons élèves du secondaire qui pouvaient s'accorder beaucoup de temps libre (pour les loisirs ou autre) de s'adapter à ce rythme. Il faut sortir radicalement du monde lycéen (parties de cartes, soirées en semaine, grande pratique sportive, flânerie) pour s'approprier l'« esprit prépa », beaucoup plus rigoureux. Vous ne devez pas vous leurrer, ces deux années de CPGE demandent beaucoup d'énergie, de motivation et de temps. Se créer un planning de travail et faire la chasse au temps non utilisé est donc primordial, par exemple en mettant à profit le temps dans les transports (en faisant des fiches de révisions ou en utilisant un système de flashcards interactives pour mémoriser les notions). Ce qui est certain c'est que, quel que soit votre niveau, en comparaison du travail fourni au lycée, il faudra amplifier votre plage horaire de travail personnel.

4. Vous attribuer des temps de détente

La prépa vous demandera une forte implication dans le travail que vous ne pourrez maintenir que si vous savez vous attribuer des moments de plaisir et de détente. Il faut simplement réduire ce temps et le ritualiser sur une durée brève. Adieu le sport tous les deux soirs dans un club et le week-end en journée, mais pourquoi pas une séance par semaine ? Sur votre planning, vous pouvez prévoir de sortir avec vos amis tous les samedis après-midi pour vous aérer, mais pas plus. Ce sera vital pour tenir sur la durée. On ne vous demande pas de vous couper complètement du monde, tout est une question d'organisation ! Il en va de même pour les amitiés et les relations amoureuses, il ne faut en aucun cas les sacrifier. Les classes prépas sont un lieu de travail mais aussi un lieu de développement personnel et de rencontres. Vous allez justement passer beaucoup de temps en présence de vos camarades, vous serez tous confrontés aux mêmes problématiques et vous le vivrez tous avec vos propres difficultés. Cela crée forcément un lien très fort et durable, ce qui est précieux.

5. Travailler efficacement chaque matière et sur le long terme

Ne partez pas bille en tête, en vous disant simplement que vous allez « travailler plus ». Cela ne veut rien dire, il faut réfléchir aux bons moyens d'améliorer son efficacité et son organisation de travail pour qu'elles soient efficaces sur le long terme. Chaque matière compte, il est impossible de laisser une matière de côté en prépa, c'est l'une des grandes difficultés. Vous allez avoir des matières dominantes, comme les mathématiques, la physique, la chimie ou les sciences de l'ingénieur, pour lesquelles le nombre d'heures de cours est très important. Mais vous aurez aussi l'étude obligatoire d'une langue vivante et des cours de français-philosophie, par exemple. Ces deux matières, parfois sous-considérées par les étudiants, peuvent justement faire une immense différence entre les candidats aux concours. Dans votre planning, il faudra prévoir un temps pour chaque matière et sur chaque semaine. Attention, néanmoins, à bien répartir le temps en fonction de la matière. Il est évident que vous ne pouvez pas passer 3 heures par jour sur l'anglais et 15 minutes seulement sur les maths. Pour gagner en efficacité et optimiser vos méthodes, vous pouvez vous procurer le livre *Intégrer l'X ou l'école d'ingénieurs de tes rêves*, paru aux éditions Vuibert, qui recense, notamment, toutes les méthodes de travail indispensables pour réussir en prépa.

Astuce! Attention aux tentations extérieures!

Sachez que personne n'est multitâche. Des études en images IRM montrent que l'attention saute d'une tâche à l'autre et qu'il faut environ 10 secondes pour se recentrer sur une tâche. De même, avoir un smartphone allumé à côté de soi nous ferait perdre 30 % de notre attention. Lorsque vous commencez à travailler, que ce soit pour un cours, un exercice, une révision, coupez tout ce qui pourrait interférer avec votre travail : téléphone, télévision, radio, par exemple. Essayez de vous isoler au maximum pour vous créer une bulle de concentration de plusieurs heures.

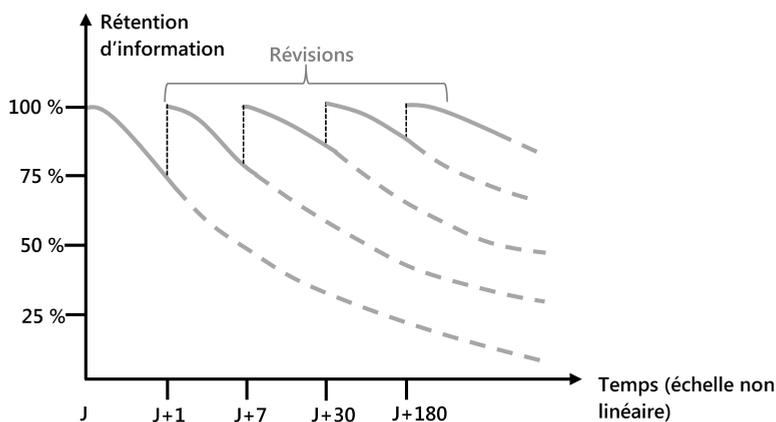
4 La gestion de la masse de travail

Rythme insoutenable? Pas tant que ça

Le rythme d'une année de classe prépa est très soutenu : on le compare souvent à un marathon dont la ligne d'arrivée serait le passage des concours. Ce but ultime est à garder en tête comme source première de motivation. Comme dans un marathon, un départ à vitesse maximale ne permettra pas de tenir sur la durée, mais un départ trop lent ne permettra pas, non plus, de finir la course dans le temps imparti. Il faut donc s'imposer un rythme soutenu dès le départ, qui fait appel à toutes vos capacités, voire à un dépassement de vos limites. Cette rigueur vous apportera beaucoup par la suite, autant dans votre vie d'étudiant que dans votre vie professionnelle future. On se pose souvent la question du nombre d'heures nécessaires pour performer en prépa. Les études montrent, qu'en moyenne, un élève en CPGE travaille 50 heures par semaines (30 heures de cours + 12 heures de travail personnel par semaine + 8 heures le week-end) contre 36 heures pour un étudiant à l'Université (22 heures de cours + 10 heures de travail personnel par semaine + 4 heures le week-end). Mais ces chiffres restent des moyennes, chaque étudiant trouvera son propre rythme et encore une fois son propre planning de travail.

Travail et planification

La première étape est de fournir un travail très régulier tous les soirs de la semaine, vendredi soir inclus. La régularité est la plus grande clé de la réussite. Il faut commencer par reprendre les cours de la journée et les apprendre. À l'aide d'un planning de travail préétabli à l'avance, définissez des plages horaires de révision pour chaque matière et tenez-vous-y. Vous pouvez essayer de définir votre type de mémoire pour adapter les temps dédiés à chaque tâche en fonction. Un étudiant qui révise de manière efficace, 30 minutes tous les soirs de la semaine connaîtra bien mieux son cours qu'un étudiant qui réviserait en une seule fois pendant 3 heures. On trouve des courbes qui traduisent l'évolution de la disparition du savoir au fil du temps et du temps nécessaire pour l'acquérir de nouveau.



► **Figure 1.** Lien entre révision et mémoire.

Le week-end doit être utilisé aussi pour travailler, réviser et faire les exercices ou devoirs maison demandés, au moins un jour entier sur les deux (soir inclus). Attention, donc, aux fêtes qui finissent tard tous les samedis. Vous risquez de ne pas être en forme le dimanche et d'avoir donc perdu un week-end entier, ce qui vous désavantagera sur le long terme si cela se reproduit trop souvent.

Astuce! La technique du feedback

Pour aider à l'acquisition des savoirs, presque tous les enseignants de CPGE conseillent la méthode dite du « feedback ». Ce concept a été inventé en 1990 par Éric Maurette, mais la méthode est ancestrale. Il s'agit de contrôler, par écrit, par oral ou mentalement ce que l'on vient d'apprendre. Pratiquée quotidiennement, cette méthode permet des résultats spectaculaires (bien souvent utilisée par la plupart des majors de Polytechnique, Centrale, etc.). Nous conseillons de faire deux feedbacks par jour : un pour le cours et l'autre pour les exercices. Vous pouvez les faire en rentrant des cours (pendant les trajets par exemple). Essayez tout simplement de vous rappeler votre cours et vos exercices sans regarder ni vos livres, ni votre cahier, ni vos notes. Cela nécessite d'avoir été bien attentif en cours et de capitaliser le temps d'attention en classe. L'autre possibilité est de faire son feedback après avoir relu et appris votre cours, fait vos exercices. Cela ne vous rajoute pas de travail, mais vous fait gagner du temps à long terme : vous aurez besoin de moins de temps pour maîtriser le cours et de moins d'exercices pour améliorer vos résultats.

Santé et travail acharné

Tout ce que nous venons d'évoquer nous amène à revenir sur le repos et l'hygiène de vie. Il vous faudra vous maintenir en forme. Cela passe par plusieurs choses : des repas équilibrés et à heures fixes ainsi qu'un sommeil de qualité et en quantité suffisante. Ce conseil s'adresse particulièrement aux élèves qui vont quitter leurs parents pour se retrouver, pour la première fois, en appartement, en chambre étudiante ou en collocation. Vous n'aurez plus vos parents pour vous imposer un rythme de vie cadré et on peut parfois être tenté, justement, par une nourriture trop riche et un coucher tardif. L'hygiène de vie fait partie des points à ne pas négliger : la mémoire et l'attention ne peuvent se maintenir au plus haut niveau que si, physiquement, le corps est reposé et en pleine forme. Cela implique aussi une hygiène irréprochable : un appartement (ou une chambre) propre et bien rangé sera la preuve que votre esprit l'est aussi!

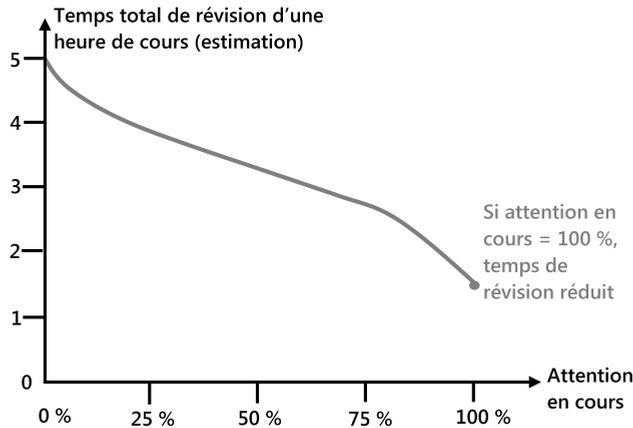
La prépa est véritablement le lieu où l'on apprend à travailler et à faire, en très peu de temps, plusieurs tâches de manière efficace. Pour commencer, occupez-vous des choses simples et rapides, vous économiserez ainsi vos forces pour vous attaquer ensuite aux choses plus complexes (l'inverse serait une erreur : on s'épuise sur les choses complexes et on finit par faire des erreurs ou par ne plus avoir le temps de traiter les choses simples). Maximisez le temps de travail en faisant la chasse aux moments creux (en CPGE, du temps passé à ne rien faire est du temps perdu), entraînez votre mémoire en revenant régulièrement sur les connaissances, même celles que vous savez très bien. La mémoire est comme un muscle, elle se travaille.

5 Les cours et les différents types de devoirs

Les cours

Rappelez-vous que les sciences industrielles, tout comme la physique-chimie sont une science cumulative, c'est-à-dire que plus on assimile les notions, plus on en comprend le principe et la finalité. De plus, en sciences de l'ingénieur, la culture technologique s'acquière avec le temps et souvent par le biais d'échanges pendant les heures de cours. Aller en cours doit donc être une évidence, car c'est en cours que se joue l'assimilation et la compréhension. En effet, si vous ne prenez pas le cours du professeur et n'assistez pas aux échanges avec les élèves et aux questions, vous perdrez une bonne partie des connaissances à assimiler. Une heure de cours pleinement suivie diminue très largement le temps à fournir ensuite pour l'apprendre.

Des études montrent que, pour une heure de cours, la différence de temps d'apprentissage peut aller jusqu'à trois fois plus pour un étudiant qui n'aurait pas suivi la leçon. Cela reviendrait à apprendre seul, armé de son cours ou d'un livre, ce qui reste très complexe et qui demande quatre à cinq fois plus de temps qu'un apprentissage accompagné par les explications orales d'un enseignant.



► **Figure 2.** Lien entre révision et mémoire.

Cependant, suivre en cours ne signifie pas simplement qu'il faut rester silencieux, bien assis sur sa chaise et recopier, lettre après lettre, phrase après phrase, ce que l'enseignant écrit au tableau en se disant que l'on relira le soir pour voir ce que l'on a compris. Ne vous comportez surtout pas comme une machine à écrire. Il faut être mentalement présent, suivre le raisonnement de l'enseignant au fur et à mesure qu'il avance. D'ailleurs, l'enseignant n'écrit pas tout, c'est à vous de suivre les explications et de noter les remarques importantes évoquées à l'oral. Un cours qui se suit est un cours où l'on est très actif et concentré (ce qui n'a rien d'évident sur plusieurs heures sans pause). Cela vous fera gagner un temps précieux pour vos révisions du soir. Dans votre planning de travail du soir, prévoyez un temps pour apprendre votre cours. Vous devez, le soir, revoir vos notes pendant que le cours est encore « frais » dans votre tête. Cette étape ne doit pas vous prendre beaucoup de temps mais permettra de bien retenir les notions importantes et, si vous n'avez pas compris quelque chose, de poser des questions au prochain cours. Vous pouvez aussi faire des fiches avec les définitions, les formules et quelques exemples illustratifs. Par la suite, celles-ci vous permettront de réviser les colles et les concours.

Astuce! De l'importance de bien prendre ses notes

Parlons ici d'un point primordial, la prise de notes et la tenue du cahier ou du classeur. Un cours bien pris, avec une écriture soignée et facilement lisible, aéré, qui montre au premier coup d'œil les éléments importants à l'aide de couleurs, des résultats encadrés ou soulignés... tout cela facilitera grandement deux choses :

- votre envie d'y revenir ;
- votre rapidité à apprendre ou réviser par la suite.

En cours, ne vous contentez pas d'écrire uniquement ce qu'il y a au tableau. Votre professeur n'écrit pas tout ce qu'il dit et fera beaucoup de remarques à l'oral. Pour une prise de note efficace, n'hésitez pas à préparer des copies/pages avec des marges agrandies dans lesquelles vous noterez les commentaires du professeur ou de vos camarades. La plus grande difficulté sera de noter et d'écouter en même temps. Avec de la pratique, vous y arriverez très bien !

Les exercices

Lors de chaque cours, le professeur va donner des exercices à faire. Il ne les donne pas pour le plaisir mais pour vous aider à apprendre et à développer les bons raisonnements, à procéder avec méthode à la résolution d'un problème. C'est une occasion constante de s'entraîner et vous avez besoin de travailler à l'aide d'exercices pour comprendre en profondeur le cours. Dans votre planning, gardez du temps pour faire les exercices directement après la révision du cours, il aura l'avantage d'être encore frais dans votre esprit. Vous pouvez vous retrouver dans la position d'un étudiant perdu devant son exercice, qui n'arrive pas à savoir par où commencer. Vous vous en doutez, la solution n'apparaîtra pas par magie! Ce qui est efficace, cependant, c'est de découvrir le plus précisément possible le but de l'exercice. Est-ce un exercice qui ne sert qu'à appliquer directement le cours, un exercice qui vous amène à réfléchir sur tout le chapitre ou, enfin, un exercice qui crée du lien entre plusieurs chapitres? Une fois ce but déterminé, tentez de définir des mots de vocabulaire associés à l'exercice : mécanique du point matériel, élongation d'un ressort, réaction acido-basique, dosage conductimétrique, équation différentielle du second ordre, régime transitoire, etc. Cela vous permettra de savoir à quelle partie du cours, l'exercice se réfère précisément (les cours en CPGE sont plutôt longs et denses). Pour finir, il faut maintenant faire appel à votre mémoire, vous souvenir des outils à mettre en place (définitions, formules, démonstrations, exercices d'application dont le problème était semblable, etc.). Avec cela, vous devriez être moins perdu, si jamais cela vous arrive. Au sein même du contenu d'un exercice, après avoir lu plusieurs fois les questions et être sûr qu'elles sont comprises, posez-vous les grandes questions récurrentes suivantes :

- Que me demande de chercher la question?
- Quelles informations me donne l'énoncé?
- Qu'ai-je appris qui permet de relier les deux (formules, définitions, etc.)?

Lorsque vous avez terminé, relisez-vous bien et vérifiez la cohérence de vos réponses. Si ce sont des exercices issus d'un livre, reportez-vous au corrigé pour comprendre le raisonnement attendu et les erreurs éventuelles.

Les DM (devoirs maison)

Les devoirs maison (DM) sont des exercices plus conséquents, à la manière d'un mini-sujet de concours. Ils sont, avec les colles, la principale source d'inquiétude chez les élèves. Vous en aurez pratiquement toutes les semaines et dans presque toutes les matières. Ces devoirs peuvent demander énormément de temps pour être réalisés entièrement et nécessitent une organisation et une planification impeccables. Dans votre planning, prévoyez donc un temps pour avancer sur les DM, c'est le même principe que pour les cours ou les exercices, ne les remettez pas à plus tard. Si vous vous retrouvez avec un devoir maison à rendre « demain », c'est « qu'aujourd'hui », il est presque terminé. En CPGE, les devoirs maison se donnent toujours au moins une semaine à l'avance et se travaillent donc dès le soir où on les reçoit. S'y mettre la veille, c'est aller à l'encontre du point « travailler pour le long terme ». Par manque d'organisation, les élèves sont parfois tentés de bâcler les DM, en cherchant une solution existante sur l'Internet, par exemple. Cette démarche est contreproductive si l'on souhaite progresser durant les deux années de prépa. Il est, de très loin, préférable de fournir un effort mental personnel, de chercher véritablement les solutions, quitte à ne pas réussir à tout faire et bloquer sur certaines questions. Il faudra alors passer du temps sur la correction donnée par le professeur et s'assurer de bien comprendre les astuces de calcul et les étapes importantes du raisonnement.

Une possibilité notable pour les DM reste de les faire à plusieurs, en tout cas de temps en temps, car, n'oubliez pas que le jour de l'épreuve, vous serez seul devant votre copie. En effet, l'entraide dans la classe est bien plus une arme qu'un danger en CPGE. Deux étudiants qui s'aident sont gagnants : le premier aura tellement réfléchi au sujet pour donner ses explications qu'il peut être certain d'avoir assimilé les savoirs, le deuxième reçoit une aide d'un camarade de classe avec un langage sans doute plus adapté que celui des enseignants et avec une autre manière de dire les choses. Les devoirs maison peuvent donc être l'occasion d'un travail collaboratif.

Les colles

Les colles (parfois écrit « khôlles ») sont l'une des spécificités des prépas. Chaque semaine, durant une heure et par petits groupes de trois élèves, vous êtes interrogé à l'oral par un « colleur » (souvent un professeur que vous ne connaissez pas) sur un sujet que vous avez vu en cours durant la semaine. En général, après avoir posé une question de cours, le colleur vous propose un exercice à résoudre au tableau. L'objectif des colles est bel et bien de vous préparer aux oraux des concours. Le colleur vous donnera un exercice « nouveau » pour voir si vous parvenez à saisir quel est le problème et à trouver des pistes pour le résoudre. Donc, pas de panique ! D'une part, c'est un oral, vous n'avez pas encore l'habitude. D'autre part, l'intérêt pour le colleur sera plutôt d'analyser votre réflexion que la véracité de la réponse : un cours bien appris, des définitions et calculs utilisés à bon escient et des idées proposées vous permettront d'avoir une note forcément correcte. Un scientifique se doit de pouvoir se justifier ou, au moins, de voir pourquoi ce qu'il propose est sans doute faux. L'enseignant vous donnera alors quelques pistes qu'il faudra savoir attraper au vol pour rectifier sa démarche et, peut-être, finir l'exercice ! On ne vous en voudra jamais de ne pas trouver seul une astuce complexe ou de ne pas penser à une démarche originale, mais on vous reprochera vos erreurs de raisonnement ou, pire encore, d'essayer de « bluffer » votre interrogateur. Le plus important est d'être actif, même si l'exercice vous échappe. Une attitude passive ne donne pas envie à l'examineur de vous aider. N'hésitez pas à dialoguer avec lui pour lui expliquer où vous bloquez, il vous aidera. Si la colle ne s'est pas bien passée, notez les exercices que vous avez eus et vérifiez que vous savez les refaire. Cette démarche sera payante, car les exercices donnés en colles sont très souvent des « classiques » qu'il faut maîtriser.

Les DS (devoirs surveillés)

Les devoirs surveillés sont pratiquement des sujets de concours blancs. Ils reviendront toutes les semaines dans une matière différente (ou dans plusieurs matières quand les cours n'ont pas encore suffisamment avancé, en début d'année par exemple) et durent 4 heures. Le but des DS, n'est pas de torturer les étudiants mais bel et bien de :

- vérifier que le cours est appris régulièrement ;
- vérifier que le cours est compris et que l'on sait s'en servir intelligemment ;
- vous entraîner à affronter des problèmes de 4 heures.

Le grand avantage des devoirs surveillés c'est que vous savez précisément sur quoi vous allez être interrogé, puisqu'il s'agit uniquement des notions acquises. Les DS, à la manière d'un sujet de concours, peuvent être constitués de plusieurs petits exercices avec éventuellement un problème, de plusieurs problèmes ou d'un problème unique très long. Si vous avez suivi tous les conseils précédents, produit un travail régulier, appris vos cours et fait des exercices chaque soir, le travail à fournir la veille d'un DS n'est pas plus dense qu'un

autre jour. Vous prendrez sans doute la peine de passer en revue plusieurs exercices, mais vous serez largement prêt. Il vous suffira ensuite, le jour du contrôle, d'appliquer tous les conseils donnés pour résoudre les exercices et mener à leur terme les problèmes que l'on vous propose. Si votre inquiétude concerne votre vitesse d'exécution, gardez en tête deux choses :

- les sujets de concours sont faits de manière à être trop longs pour le temps imparti. Pour un sujet de 4 heures, il faut souvent plus de 3 heures pour, ne serait-ce que recopier la correction à la main sans réfléchir une seule seconde! Cela permet de balayer large et de donner à chaque étudiant, l'occasion de trouver quelque chose qu'il sait faire;
- le seul moyen de se guérir d'une trop faible rapidité d'exécution est de faire des exercices. Pratiquez, pratiquez, pratiquez!

Quand vous aurez vos notes, pas de découragement. Apprenez de vos erreurs. Là encore, la correction doit être utilisée pour voir ce qui n'a pas été compris, quelle astuce est passée à la trappe lors de l'épreuve et comment ne plus se faire piéger dans le cas où vous rencontreriez de nouveau, un problème similaire.

Les épreuves de concours

Les concours sont l'aboutissement des deux années de prépa. Durant les deux ans, vous vous êtes entraîné dans ce seul et unique but. Voici quelques conseils qui vous aideront à mieux appréhender les épreuves de concours et, dans un premier temps, les concours blancs ou les DS :

- **détendez-vous!** Plus facile à dire qu'à faire! et pourtant, c'est la première étape pour réussir un examen. Plus vous êtes nerveux au cours d'un concours et plus vous êtes susceptible d'oublier quelque chose, voire pire, de paniquer complètement;
- **allez à la chasse aux points.** Traitez d'abord toutes les questions que vous savez faire. Puis travaillez les questions que vous pensez que vous pouvez faire sans en être sûr. Enfin, revenez en arrière et travaillez les questions restantes. Vous obtiendrez ainsi le maximum des points que vous êtes en mesure d'obtenir;
- **gérez votre temps.** Regarder l'horloge régulièrement. Ne passez pas trop de temps à essayer de résoudre une question qui ne rapportera peut-être même pas 1 point. Si vous êtes « coincé » sur une question, passez à la suivante et revenez-y plus tard. Sinon, vous ne serez pas en mesure de terminer le sujet et obtiendrez moins de points en prenant tout ce temps pour une question que vous ne savez pas résoudre;
- **lisez attentivement les questions.** Soyez bien concentré pour lire complètement les questions avant d'y répondre. Si l'on demande une certaine précision pour un calcul, assurez-vous que votre précision est celle demandée. N'hésitez pas à « stabiloter » les données d'une question;
- **montrez tout votre travail et présentez bien votre réflexion.** Rendez facile la tâche à votre correcteur en lui permettant de comprendre rapidement que vous savez traiter une question. Détaillez votre rédaction de manière à ce que, même si la réponse est fautive mais le raisonnement juste, la question vous rapporte des points. Ne laissez pas le correcteur essayer de comprendre si ce que vous faites est juste ou non. Il faut toujours avoir à l'esprit que le correcteur n'a pas que votre copie à corriger et que plus vite il corrige votre copie, plus il sera enclin à laisser passer certaines maladroites;

- **ne laissez pas une question en blanc.** Vous ne devez jamais laisser un vide dans une question. Même si vous ne savez pas comment résoudre la question, écrivez au moins une idée. Le correcteur peut être amené à vous attribuer une partie des points, tandis que s'il n'y a rien, pas de points. Écrire quelque chose n'est bien évidemment pas une garantie de points, mais ne rien écrire est une garantie d'en avoir aucun ;
- **votre réponse a-t-elle bien un sens ?** Assurez-vous que votre réponse est cohérente par rapport au problème posé ;
- **relisez-vous avant la fin de l'épreuve.** Après la rédaction de chaque question, relisez-vous afin de voir si vous n'avez pas fait de faute de calcul ou oublié une solution. N'hésitez pas à confronter votre solution avec des données qui apparaissent ensuite dans l'énoncé. N'attendez pas la fin du contrôle pour relire toute votre copie car si vous vous apercevez d'une erreur il ne sera peut-être plus temps de pouvoir la rectifier surtout si elle implique les résultats suivants dans l'exercice.

6 Les 5 incontournables en sciences industrielles

1. Soyez curieux et ouvert d'esprit

Pour la plupart des étudiants, les sciences de l'ingénieur sont une nouvelle matière jusqu'à présent inconnue. Ne vous arrêtez pas à des préjugés parfois d'un ancien temps et travaillez cette matière comme toutes les autres avec rigueur et méthodologie. Avec le recul des deux années de CPGE vous verrez que c'est l'articulation des sciences de l'ingénieur, des mathématiques, des sciences physiques et de l'informatique qui permettent de résoudre et concevoir des problèmes complexes d'ingénierie.

2. Faites preuve de pugnacité

Les sciences de l'ingénieur demandent une culture technologique parfois importante qui ne s'acquière qu'avec le temps. Les efforts sont valorisés sur le long terme, n'hésitez donc pas à demander à votre enseignant de vous éclairer sur un point précis car, finalement, vous verrez que certains termes techniques ne sont compris que par très peu d'élèves et que vous ne serez jamais jugé sur de telles questions. Toutes les briques de base construites dès le premier cours permettront, par la suite, de comprendre et donc de pouvoir modéliser et résoudre des problèmes complexes.

3. Entretenez votre culture technologique

La technologie n'est pas un terme péjoratif, elle nous entoure tous les jours car nous utilisons de plus en plus de technologie dans notre quotidien. Un robot se posant sur Mars est un concentré de technologies complexes qui pourront être traitées en Sciences de l'ingénieur tout comme le téléphone que vous avez dans votre poche.

4. Un système n'est jamais parfait

Un modèle est une simplification de la réalité qui permet de prévoir relativement simplement les phénomènes étudiés. Les sciences de l'ingénieur qui consistent à étudier, simuler et concevoir des systèmes industriels complexes sont donc, par nature, des sciences expérimentales qui nécessitent de devoir toujours mesurer et caractériser les écarts entre les modèles et la réalité. Parce que les objets de nos études sont des systèmes industriels, ils

répondent à des besoins et des exigences. L'analyse des écarts entre ces exigences initiales, les performances mesurées et les performances simulées ou calculées est la base des programmes de sciences de l'ingénieur en secondaire mais également en CPGE.

5. L'approche projet en Sciences de l'ingénieur

Les systèmes industriels actuels sont si complexes que les ingénieurs, qui travaillent à leurs conceptions et à leurs fabrications, doivent nécessairement travailler en équipe pour réussir.

Travailler en équipe signifie que chaque individu travaille en parallèle des autres pour que tous atteignent un objectif commun, à la façon d'un puzzle. Cette organisation est au centre de l'enseignement par projet mis en place lors des travaux pratiques des sciences de l'ingénieur. Ainsi, lors des séances de TP, chaque élève ou étudiant a un rôle précis sur des aspects de modélisation, de mesure ou d'analyse et c'est la mise en commun du travail des membres de l'équipe qui permettra en fin de séance de répondre à la problématique posée par l'enseignant.

PARTIE 2

SII

TOUT CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR REUSSIR

Plan de la partie

Chapitre 1 ► Analyser les systèmes multi-physiques	25
Chapitre 2 ► Analyser et modéliser la chaîne de puissance des systèmes	43
Chapitre 3 ► Analyser et modéliser la chaîne d'information des systèmes	65
Chapitre 4 ► Modéliser les systèmes asservis et valider leurs performances	99
Chapitre 5 ► Modéliser les systèmes numériques ou décisionnels	117
Chapitre 6 ► Modéliser la structure mécanique des systèmes	137
Chapitre 7 ► Valider les performances cinématiques des systèmes	157
Chapitre 8 ► Modéliser les actions mécaniques	175
Chapitre 9 ► Valider les performances dynamiques des systèmes	197
Chapitre 10 ► Modéliser un système multi-physique	217



Je réussis mon entrée en prépa

Sciences industrielles de l'ingénieur

L'ouvrage indispensable pour se mettre à niveau et assurer sa rentrée !

→ CONSEILS ET MÉTHODES DE TRAVAIL

Pour bien **démarrer l'année** et intégrer « l'esprit prépa »

→ QCM D'AUTO-ÉVALUATION

Pour **tester** ses connaissances et **cibler** ses révisions

→ SYNTHÈSE DE COURS À JOUR DU PROGRAMME DU LYCÉE

Les notions-clés du cours du lycée en sciences industrielles de l'ingénieur pour **voir ses acquis** et **réviser** avant la rentrée

→ PASSERELLES VERS LA PRÉPA

Des encarts « Objectif prépa » pour **s'immerger dans le programme** de première année

→ ENTRAÎNEMENT INTENSIF

Plus de 25 exercices d'application et problèmes corrigés pour **s'entraîner** et **se préparer** efficacement



OFFERT EN LIGNE

- + de **70 QCM** interactifs pour s'auto-évaluer
- + **10 schémas** interactifs à compléter pour réviser autrement
- + des **fiches et activités** de remise à niveau interactives en Python

Des auteurs au cœur de l'enseignement et des attentes des élèves

Dans la même collection



Retrouvez notre collection complète sur le site www.vuibert.fr

ISBN : 978-2-311-40837-9



9 782311 408379