

UNIVERSITÉ PARIS.DIDEROT (PARIS 7) SORBONNE PARIS CITÉ

ÉCOLE DOCTORALE

« Savoirs scientifiques : épistémologie, histoire des sciences,
didactique des disciplines » (ED 400)

Laboratoire de didactique André Revuz

DOCTORAT

Spécialité : Didactique des mathématiques

Lynn FARAH

**Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes
préparatoires économiques et commerciales : point de vue des
étudiants, point de vue des professeurs
(Annexes)**

Thèse dirigée par Madame Corine CASTELA

Soutenue le 1^{er} juillet 2015

JURY :

Corine CASTELA, Université de Rouen, directrice

Yves DUTERCQ, Université de Nantes, examinateur

Ghislaine GUEUDET, Université de Bretagne Occidentale, rapporteuse

Christophe HACHE, Université Paris Diderot, examinateur

Corinne HAHN, ESCP Europe, examinatrice

Nadia HARDY, Concordia University, examinatrice

Fernando HITT, Université du Québec à Montréal, rapporteur

Liste des Annexes

Annexe 1 : Liste des questions clefs de la première rencontre avec les professeurs	5
Annexe 2 : Versions finales du questionnaire des étudiants.....	6
Questionnaire DEB 12-13	6
Questionnaire FIN 11-12/ FIN 12-13	12
Annexe 3 : Mails envoyés aux étudiants	18
Mail de prise contact (Novembre 2012).....	18
Question 1 : le travail de groupe et la solidarité (Janvier 2013).....	18
Question 2 : les colles comme cours particulier (Février 2013).....	19
Question 3 : la façon de gérer les difficultés rencontrées lors de la résolution d'un exercice (Mars 2013).....	19
Question 4 : les conseils aux "successeurs" (Avril 2013).....	20
Question 5 : le déroulement des colles (Mai 2013).....	20
Annexe 4 : Liste des questions clefs des entretiens avec les professeurs	21
Entretien L.D.	21
Entretien Z.H.	25
Entretien H.C.....	28
Annexe 5 : Questionnaires des professeurs	33
Questionnaire partie 1.....	33
Questionnaire partie 2.....	34
Annexe 6 : Mail envoyé aux colleurs	37
Annexe 7 : Liste des questions clefs des entretiens avec les étudiants.....	38
Annexe 8 : Tableaux résumant les résultats des tests d'hypothèse pour tous les items du questionnaire des étudiants.....	39
Test du Khi-deux d'indépendance (fin d'année préparatoire).....	39
Test de Mc Nemar (évolution début-fin d'année préparatoire).....	48
Annexe 9 : La correction des exercices en classe.....	52

Annexe 10 : Polycopié du professeur sur les matrices	55
Polycopié de cours et fiche d'exercices de L.D.....	55
Polycopié de cours et fiche d'exercices de Z.H.....	72
Annexe 11 : Cours du professeur L.D. sur les intégrales	104
Polycopié de cours et fiche d'exercices du professeur L.D.	104
Reconstitution du cours du professeur L.D.	120
Annexe 12 : Échanges par mail avec les étudiants	131
Mail de prise contact (Novembre 2012).....	131
Question 1 : le travail de groupe et la solidarité (Janvier 2013).....	134
Question 2 : les colles comme cours particulier (Février 2013).....	141
Question 3 : la façon de gérer les difficultés rencontrées lors de la résolution d'un exercice (Mars 2013).....	145
Question 4 : les conseils aux "successeurs" (Avril 2013).....	147
Question 5 : le déroulement des colles (Mai 2013)	149
Annexe 13 : Verbatim des entretiens avec les étudiants	153
Entretien Alexis et Sophie (lycée K)	153
Entretien Mélanie (lycée D)	166
Entretien Manon (lycée B)	176
Annexe 14 : Réponses des colleurs par mail	190
Réponse D.Y. (lycée K).....	190
Réponse F.J. (lycée D).....	190
Annexe 15 : Verbatim des entretiens avec les professeurs.....	192
Entretien L.D.	192
Entretien Z.H.	230
Entretien H.C.....	269

Annexe 1 : Liste des questions clefs de la première rencontre avec les professeurs

- Quand débute/se termine l'année scolaire ? Comment est-elle répartie ?
- Quelles écoles sont visées ? Quels concours pour chaque filière ?
- Comment se déroulent les processus de recrutement des élèves et de passage en deuxième année ? Quels sont les taux d'exclusion ? Peut-on redoubler ?
- Quelles disciplines sont enseignées ? Avec quels horaires ? Quelle est l'importance des diverses disciplines relativement aux concours ?
- Sur quoi portent les programmes de maths ? Quelles sont les différences entre les filières et les voies ?
- Comment s'organisent les cours de maths (Cours magistraux/TD/TP)? Combien d'heures par jour et par semaine? Est-ce le même professeur pour les cours et les TD/TP? Est-ce qu'il y a des exercices donnés d'une fois sur l'autre ? Est-ce que le professeur a l'impression qu'ils sont cherchés ?
- Quelles sont les ressources auxquelles ont recours les élèves pour le cours et les exercices (livres, photocopiés, ressources en ligne, logiciels informatiques mathématiques, annales, concours des années précédentes...) ? Quelles ressources mettent les professeurs à disposition des élèves ? Quelles ressources recommandent-ils explicitement ?
- Y a-t-il des dispositifs d'aide à l'apprentissage (monitorats, TD supplémentaires, clinique de maths, dispositifs en lignes....) ?
- Quels genres d'évaluation s y a-t-il pour les cours de maths : devoir noté cherché à la maison, contrôles réguliers (quelles durées ? quel rythme ?), évaluations cumulatives, interrogations surprises, travaux de groupe/projets, épreuves orales, colles... À quel rythme ? Sur quoi portent les évaluations ? Y a-t-il un programme précis ? Les sujets sont-ils des problèmes de concours ? Quels liens y a –t-il avec ce qui est fait en classe ?) Comment se fait la préparation aux évaluations ? Comment sont notés les élèves ? Pour les notes, est-ce que le professeur triture les notes pour ne pas avoir de très mauvaises moyennes de classe ? Est-ce que ce qui compte est la note ou le classement ?
- Dispositif des colles : à quel rythme pour les maths ? Groupes stables d'étudiants ? Durée ? Y en a-t-il dans d'autres disciplines ? Lesquelles ? Comment le programme est-il communiqué ? Comment se passent les interrogations ? Est-ce qu'il y a des questions de cours ? Qui sont les interrogateurs ? Quand l'interrogateur est le professeur de la classe, pose-il des exercices faits en classe, des exercices nouveaux, différents ou proches de ce qui est fait en classe ?
- Comment doit travailler un élève en dehors des heures en classe pour s'en sortir ?

Annexe 2 : Versions finales du questionnaire des étudiants

Questionnaire DEB 12-13

Bonjour!

Ce questionnaire se fait dans le cadre d'une thèse doctorale en didactique des mathématiques qui porte sur le travail personnel des étudiants en mathématiques, le but étant principalement d'explorer tes habitudes de travail en terminale.

Ta contribution est fortement appréciée.

Nom et prénom (ou pseudonyme).....

(Si tu ne veux pas donner ton nom, utilise un pseudonyme mais ne l'oublie pas, il nous sera utile pour te contacter plus tard, notamment à la fin de l'année scolaire)

Sexe

Établissement actuel et classe.....

Nom de ton lycée de l'an dernier

Filière du baccalauréat.....

Moyenne générale au baccalauréat.....

Note de mathématiques au baccalauréat.....

On cherche à savoir comment tu travaillais en Terminale pour le cours de mathématiques. Alors prends deux minutes pour te remettre à un moment de l'année dernière, vers la FIN de l'année, par exemple vers le début du troisième trimestre. Repense à ton prof de maths, à tes amis de classe... Toutes les phrases qui suivent sont au présent parce qu'on suppose que tu es revenu dans ta tête en Terminale.

Pour cette première question, mets une croix devant LA proposition (une seule) qui te correspond le mieux.

Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de :	
a. savoir refaire les exercices donnés par le professeur	
b. s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	
c. repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	
d. autre (à préciser)	

Dans les questions suivantes, tu as plusieurs tableaux à remplir. Le principe est simple : pour chaque tableau et à chaque ligne, encercle LA réponse (une seule) qui correspond LE MIEUX à ton choix.

Mes habitudes de travail en général (pour le cours de mathématiques !)

Nombre d'heures de travail pour les mathématiques par semaine:				
J'ai l'habitude de travailler				
a. Chez moi	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
b. Dans mon établissement (bibliothèque, salles de travail, info...)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
c. Chez des amis	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
d. Autre (à préciser)				
J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/collègues	Régulièrement (au moins une fois par semaine)	Assez régulièrement (au moins une fois par mois)	Rarement (au moins une fois par trimestre)	Jamais
Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier)	Régulièrement (sur de nombreux aspects des cours de la semaine)	Assez régulièrement (sur quelques points des cours)	Rarement (quand j'ai vraiment une difficulté de compréhension)	Jamais
Par rapport à l'affirmation suivante: "L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel" je suis...	Totalement d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
A propos de l'organisation de mon travail	je fais un plan de travail détaillé et je le respecte	je fais un plan de travail détaillé mais je ne le suis pas vraiment	je fais un plan de travail approximatif et je m'y tiens	je travaille sans plan de travail
Je révise mon cours et je travaille	régulièrement d'une séance à l'autre	par période	à l'approche des contrôles	seulement quand l'envie m'en prend
Pour les révisions d'un contrôle, je m'y mets	au moins une semaine avant	deux jours avant de façon à avoir une demi-journée libre au moins (mercredi ou week-end)	la veille	au dernier moment, le jour du contrôle, dans le bus/métro ou en étude

Un de mes problèmes est que		
Je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours	Oui	Non
J'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps	Oui	Non
Je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut	Oui	Non
Je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé	Oui	Non
Lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine	Oui	Non

N'oublie pas que tu es revenu dans ta tête en fin de Terminale, et pense uniquement au cours de mathématiques !

En classe

Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Prise de notes

Le cours du professeur				
Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'indique les points que je n'ai pas compris	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
La correction des exercices en classe				
Si je m'aperçois que j'ai fait des erreurs dans ma réponse, je les efface ou je les rature	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Les fiches				
Je fais des fiches	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Si tu as répondu jamais aux 2 questions précédentes (à propos des fiches) passe directement à la page suivante.

Mes fiches sont plutôt	une sélection d'éléments importants recopiés à partir du cours et/ou des exercices	une réorganisation des éléments du cours et/ou des exercices à l'aide de regroupements, de tableaux ou de schémas de synthèse	une réécriture personnelle de ce qui me semble important à retenir
------------------------	---	--	---

Entre deux cours

Je lis ce qu'on a fait en classe en entier	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je termine les exercices non finis en classe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Quand je révise avant un contrôle

Les ressources				
Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de devoirs maison ou contrôles précédents	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'essaie de refaire les démonstrations	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

<i>Pour les exercices, je travaille</i>				
a. tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
b. les exercices qui ont plus de chances de tomber	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
c. les exercices longs	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
d. les exercices les plus simples	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
e. les exercices que j'ai peu ou pas cherchés	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
f. les exercices qui m'ont posé problème	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
g. les exercices que j'ai cherchés et trouvés	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
h. des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

La question suivante concerne le travail que tu fais à propos des exercices corrigés en classe quand tu révises avant un contrôle. Encore une fois, n'oublie pas que tu es en Terminale.

Tu vas peut-être avoir l'impression que les descriptifs sont répétitifs et tu auras raison, de l'un à l'autre, il y a souvent une partie commune. Mais il y a aussi des différences et c'est ce qui te permet de choisir un style qui te correspond le mieux.

Choisis LA proposition (une seule) qui correspond le mieux à ta façon de travailler en général.

<i>En ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe</i>	
Je ne retravaille pas du tout les exercices faits en classe	
Je lis l'énoncé et la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; pour chaque question, dans ma tête je réfléchis à la solution puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre ; je refais par écrit jusqu'à ce que j'y arrive.	
Aucune de ces propositions ne me correspond, je procède de la façon suivante :	

Pense à ton travail et tes résultats vers la fin de l'année en Terminale, uniquement pour le cours de mathématiques.

J'évalue mon travail et mes résultats

J'estime mon travail	Largement suffisant	Suffisant	Insuffisant	Très insuffisant
J'estime mes résultats	Bons	Corrects	Passables	Mauvais

Un grand merci, bonne continuation et à bientôt

Si tu souhaites contribuer à l'étude de manière plus approfondie, laisse-moi une adresse mail pour te contacter au cours de l'année. Je suis surtout intéressée par l'évolution de ta façon de travailler au cours de cette année en comparaison avec la terminale: qu'est-ce qui a changé ? Qu'est-ce qui pour toi personnellement a provoqué ces changements ? Est-ce qu'il y a eu des épisodes qui ont joué un rôle de déclic ?

Ton adresse mail:

Questionnaire FIN 11-12/ FIN 12-13

Bonjour!

Ce questionnaire ressemble au questionnaire précédent que tu as complété en début d'année et qui portait sur le travail personnel des étudiants en mathématiques à la fin de la terminale, le but étant principalement de comparer tes habitudes de travail entre la terminale et la prépa.

Ta contribution est fortement appréciée.

Nom et prénom (ou pseudonyme déjà utilisé

Sexe.....

Établissement actuel et classe.....

Moyenne générale actuelle (dernier relevé de notes).....

Note de mathématiques actuelle (dernier relevé de notes).....

Toutes les phrases qui suivent sont au présent parce qu'elles portent sur tes habitudes de travail ACTUELLES pour le cours de mathématiques en FIN de cette première année de prépa.

Pour cette première question, mets une croix devant LA proposition (une seule) qui te correspond le mieux.

Le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices est de :	
e. savoir refaire les exercices donnés par le professeur	
f. s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur	
g. repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre	
h. autre (à préciser)	

Dans les questions suivantes, tu as plusieurs tableaux à remplir. Le principe est simple : pour chaque tableau et à chaque ligne, encercle LA réponse (une seule) qui correspond LE MIEUX à ton choix.

Mes habitudes de travail en général (pour le cours de mathématiques !)

Nombre d'heures de travail pour les mathématiques par semaine:				
J'ai l'habitude de travailler				
e. Chez moi	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
f. Dans mon établissement (bibliothèque, salles de travail, info...)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
g. Chez des amis	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
h. Autre (à préciser)				
J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/collègues	Régulièrement (au moins une fois par semaine)	Assez régulièrement (au moins une fois par mois)	Rarement (au moins une fois par trimestre)	Jamais
Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier)	Régulièrement (sur de nombreux aspects des cours de la semaine)	Assez régulièrement (sur quelques points des cours)	Rarement (quand j'ai vraiment une difficulté de compréhension)	Jamais
Par rapport à l'affirmation suivante: "L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel" je suis...	Totalement d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
A propos de l'organisation de mon travail	je fais un plan de travail détaillé et je le respecte	je fais un plan de travail détaillé mais je ne le suis pas vraiment	je fais un plan de travail approximatif et je m'y tiens	je travaille sans plan de travail
Je révise mon cours et je travaille	régulièrement d'une séance à l'autre	par période	à l'approche des contrôles	seulement quand l'envie m'en prend
Pour les révisions d'un DS, je m'y mets	au moins une semaine avant	deux jours avant de façon à avoir une demi-journée libre au moins (mercredi ou week-end)	la veille	au dernier moment, le jour du DS, dans le bus/métro ou en étude

Un de mes problèmes est que		
Je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours	Oui	Non
J'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps	Oui	Non
Je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut	Oui	Non
Je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé	Oui	Non
Lorsque j'étudie, je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine	Oui	Non

N'oublie pas que tu réponds par rapport à ta façon de travailler actuellement, et pense uniquement au cours de mathématiques !

En classe

Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Prise de notes

Le cours du professeur				
Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'indique les points que je n'ai pas compris	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
La correction des exercices en classe				
Si je m'aperçois que j'ai fait des erreurs dans ma réponse, je les efface ou je les rature	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Les fiches				
Je fais des fiches	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Dans ces fiches, j'insère des éléments qui viennent des exercices	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Si tu as répondu jamais aux 2 questions précédentes (à propos des fiches) passe directement à la page suivante.

Mes fiches sont plutôt	une sélection d'éléments importants recopiés à partir du cours et/ou des exercices	une réorganisation des éléments du cours et/ou des exercices à l'aide de regroupements, de tableaux ou de schémas de synthèse	une réécriture personnelle de ce qui me semble important à retenir
------------------------	---	--	---

Entre deux cours

Je lis ce qu'on a fait en classe en entier	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je termine les exercices non finis en classe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Les colles

Je prépare les colles en groupe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je refais les exercices corrigés en classe	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Les colles sont utiles	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

Complète brièvement:

Ce que je trouve positif dans le dispositif des colles :

Ce que je trouve négatif dans le dispositif des colles :

Quand je révise avant un DS

Les ressources				
Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

La façon de travailler				
Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile dans le cours	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'essaie de dégager des idées (exemples, méthodes et astuces) à retenir	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
J'essaie de refaire les démonstrations	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

<i>Pour les exercices, je travaille</i>				
a. tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
b. les exercices qui ont plus de chances de tomber	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
c. les exercices longs	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
d. les exercices les plus simples	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
e. les exercices que j'ai peu ou pas cherchés	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
f. les exercices qui m'ont posé problème	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
g. les exercices que j'ai cherchés et trouvés	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
h. des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...)	Toujours	Souvent	Parfois	Jamais

La question suivante concerne le travail que tu fais à propos des exercices corrigés en classe quand tu révises avant un DS de mathématiques. N'oublie pas que tu réponds par rapport à ta façon de travailler actuellement!

Tu vas peut-être avoir l'impression que les descriptifs sont répétitifs et tu auras raison, de l'un à l'autre, il y a souvent une partie commune. Mais il y a aussi des différences et c'est ce qui te permet de choisir un style qui te correspond le mieux.

Choisis LA proposition (une seule) qui correspond le mieux à ta façon de travailler en général.

<i>En ce qui concerne les exercices <u>non basiques</u> déjà corrigés en classe</i>	
Je ne retravaille pas du tout les exercices faits en classe	
Je lis l'énoncé et la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; pour chaque question, dans ma tête je réfléchis à la solution puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice	
Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre ; je refais par écrit jusqu'à ce que j'y arrive.	
Aucune de ces propositions ne me correspond, je procède de la façon suivante :	

J'évalue mon travail et mes résultats

(Uniquement pour le cours de mathématiques en temps actuel.)

J'estime mon travail	Largement suffisant	Suffisant	Insuffisant	Très insuffisant
J'estime mes résultats	Bons	Corrects	Passables	Mauvais

Un grand merci, bonne continuation et à bientôt

Si tu souhaites contribuer à l'étude de manière plus approfondie, laisse-moi une adresse mail pour te contacter au cours de l'année. Je suis surtout intéressée par l'évolution de ta façon de travailler au cours de cette année en comparaison avec la terminale: qu'est-ce qui a changé ? Qu'est-ce qui pour toi personnellement a provoqué ces changements ? Est-ce qu'il y a eu des épisodes qui ont joué un rôle de déclic ?

Ton adresse mail:

Annexe 3 : Mails envoyés aux étudiants

Mail de prise contact (Novembre 2012)

Bonjour,

On s'est rencontrés en début d'année, je suis passée dans ta classe pour faire passer un questionnaire dans le cadre de ma thèse doctorale qui porte sur le travail personnel des étudiants de CPGE pour le cours de mathématiques.

J'espère que l'année se déroule bien!

Tu m'as laissé(e) ton adresse mail pour te contacter pour une étude plus approfondie, qui compléterait principalement tes réponses au questionnaire.

Alors voilà, je t'écris pour 2 choses :

- Premièrement, je voudrais savoir si tu serais disponible éventuellement pour un entretien d'une vingtaine de minutes qu'on fixera plus tard (qui aura lieu probablement à partir de février). Le but est de discuter un peu plus de ton travail en mathématiques, pour explorer, entre autre, comment il évolue cette année par rapport à la terminale. Cette rencontre sera totalement indépendante du cadre de ton lycée et de ton prof, aucune information ne leur sera transmise, c'est uniquement pour ma thèse.

Sinon, si tu n'es pas disponible pour un entretien, serais-tu prêt(e) à communiquer avec moi par mail, pour répondre à une petite question de temps en temps ?

- En deuxième lieu, je voudrais savoir si tu travailles en groupe de temps en temps pour réviser avant un contrôle ou préparer des colles avec tes camarades de classe. Et si c'est le cas, si tu serais prêt(e) à filmer/faire filmer une séance de travail en groupe (seuls ou en ma présence, modalités à voir selon ta préférence et disponibilité).

Dans l'espoir d'avoir une réponse positive de ta part bientôt !

Merci et bonne continuation.

Amicalement,

Question 1 : le travail de groupe et la solidarité (Janvier 2013)

Bonjour,

J'espère que tu as passé des vacances reposantes, et que tu trouveras un petit moment pour répondre à mon mail loin du stress des cours.

Je t'écris comme convenu il y a quelques temps pour te poser une première question à propos de la prépa (d'autres questions suivront plus tard, à un rythme assez espacé de façon à ne pas trop te déranger quand même). Réponds comme ça t'arrange, réponses brèves ou détaillées, je serai reconnaissante pour toute information que tu peux fournir.

D'après les résultats des questionnaires que j'ai dépouillé, il semble que le travail de groupe n'est pas aussi répandu en prépa qu'on le croyait. Par contre, l'idée de solidarité en classe semble assez répandue. En effet, les réponses de tes camarades indiquent plutôt une habitude de travailler chez soi, peu de travail avec les autres, mais quand même une conformité significative avec l'affirmation « l'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel ».

Qu'en penses-tu ? Peux-tu citer des exemples pour expliciter ton avis ?

Je te remercie d'avance.

Question 2 : les colles comme cours particulier (Février 2013)

Bonjour,

Je sais que tu dois être très occupé(e) ces temps-ci, probablement avec un concours blanc prévu bientôt. Mais je te dérange quand même avec une deuxième petite question, réponds quand tu trouveras un moment tranquille.

D'après les résultats des questionnaires que j'ai dépouillé (ceux de l'année dernière), plusieurs élèves semblent penser qu'un point fort des colles (de mathématiques) est leur aspect « cours particulier » (travail en petit groupe, possibilité de poser des questions aux colleurs, opportunité pour avoir une seconde explication plus individuelle, aide à franchir les difficultés et combler les lacunes...).

Qu'en penses-tu ? Peux-tu citer des exemples pour expliciter ton avis ?

Je te remercie d'avance et bon courage.

Question 3 : la façon de gérer les difficultés rencontrées lors de la résolution d'un exercice (Mars 2013)

Bonjour,

En attendant les premiers rayons de soleil de ce printemps tardif, je t'embête avec une troisième petite question.

Pense à la préparation des exercices entre deux cours de mathématiques, lorsque tu rencontres une difficulté lors de la résolution d'un exercice, que fais-tu ?

Complète le tableau ci-dessous **ET** parle moi un peu plus en détail de(s) la stratégie(s) que tu adoptes le plus souvent.

Quand je rencontre une difficulté lors de la résolution d'un exercice :				
Je retourne étudier le cours	jamais	souvent	toujours	parfois
Je cherche un exercice analogue dans un livre d'exercices corrigés	jamais	souvent	toujours	parfois
Je cherche une aide sur internet (forums, chat, ...)	jamais	souvent	toujours	parfois
Je demande de l'aide à quelqu'un (un camarade de classe, le professeur, un professeur particulier...)	jamais	souvent	toujours	parfois
Je compte sur mon imagination pour inventer une façon de traiter l'exercice	jamais	souvent	toujours	parfois
Je le laisse de côté pour le reprendre plus tard à tête reposée	jamais	souvent	toujours	parfois
Je laisse tomber et j'attends la correction en classe	jamais	souvent	toujours	parfois

Question 4 : les conseils aux "successeurs" (Avril 2013)

Bonjour,

Voilà que la fin de l'année approche, alors je t'embête avec une avant- dernière petite question.

Si tu défile rapidement cette année dans ta tête, quels conseils donnerais-tu aux élèves qui intègrent la prépa en septembre prochain, par rapport à leur façon de travailler le cours de mathématiques?

Bon courage, c'est bientôt fini!

Amitiés,

Question 5 : le déroulement des colles (Mai 2013)

Bonjour,

En fait, tes réponses ainsi que celles des tes collègues sur les colles (par mail et dans le questionnaire) ont fourni des informations très intéressantes. Pour pouvoir exploiter cela, je dois comprendre les détails du déroulement des colles dans ton établissement et ta filière en particulier.

Alors en supposant que je ne connais rien au dispositif des colles, peux-tu m'expliquer ce que c'est et comment ça se passe? Les moindres détails, même ceux qui te paraissent évidents, sont importants. Pour t'aider, voici quelques points qui m'intéressent (sans te limiter):

- Déroulement: qui (prof de classe ou autre, toujours le même colleur)? Comment (description détaillée d'une colle typique)?
- Élèves: combien d'élèves par groupe de colle? Comment se forment les groupes (choix des élèves ou du prof) ?
- Programmes/contenus : sur quoi ça porte (cours : démonstrations ou autre; exos : quel type) ? quand est annoncé le programme d'une colle?

Tu y es presque !

Amitiés,

Annexe 4 : Liste des questions clefs des entretiens avec les professeurs

Précisons que pour les entretiens, chaque professeur avait une copie de l'ensemble des diagrammes en barres de sa (ses) classe(s) ainsi que des autres classes (anonymisées) afin de pouvoir répondre à nos questions en ayant un support visuel pour les résultats et taux évoqués.

Entretien L.D.

Thème 1: la collaboration entre les étudiants

- Quel rôle joue selon vous le groupe classe dans une prépa ?
- Est-ce que dans votre organisation, il y a des dispositifs qui obligent (encouragent) les élèves à travailler en groupes ?
- En moyenne, dans toutes les voies, tous les établissements et toutes les promos, environ 80% des élèves affirment être plutôt ou totalement d'accord avec l'affirmation « L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel ».
Est-ce que vous encouragez la solidarité entre élèves ? Comment ? Quelles formes peut-elle prendre selon vous ?
Cf. Darmon – recherche d'énergie collective depuis la sélection des élèves - chercher à constituer une classe ayant une énergie collective importante
- Le fait de discuter du cours avec d'autres élèves est plus répandu chez les faibles (54%) que les bons (9%). À quoi attribuez-vous cela ? *Sans comparer avec T mais en même temps, s'il n'y avait pas le comportement des T, on pourrait trouver normal que les bons ne discutent pas.*
- Les discussions entre deux cours des S portent légèrement plus sur les exercices que sur le cours (*contrairement aux T*). À quoi attribuez-vous cela ?

Thème 2: les difficultés

- Sur les deux promos de K, 13 % d'élèves seulement considèrent en fin d'année qu'il y a trop d'interrogations et n'ont pas le temps de se préparer. C'est plus bas que dans les deux autres établissements. Est-ce que vous voyez des raisons à cela ? (faire préciser si nécessaire si dispositifs particuliers).
- Le pourcentage d'élèves qui posent des questions au prof en cas de non compréhension baisse de la Terminale à la fin de prépa (de 55 % à 40 %). À quoi attribuez-vous cela ? Avez-vous un dispositif pour favoriser les questions ?
- Dans votre classe, les élèves ne sont pas très nombreux (34 %) à considérer les cours comme trop rapides (*mais plus qu'à D*). Par ailleurs, en 2011-2012, le % de ceux qui se disent régulièrement distraits baisse par rapport à la fin de terminale pour atteindre 23 % (*moins que toutes les classes S*) et 38% (comme les autres classes S) en 2012-2013. À quoi attribuez-vous ces deux phénomènes ?

Thème 3 : prise de notes

- Concernant votre polycopié : Quel est le rapport entre ce texte et le contenu de ce que vous exposez en cours ? (reprise intégrale, intersection vide ou quasi vide ?). Qu'écrivez-vous au tableau pendant les séances ?

Pour le polycopié sur les matrices : Comment vous concevez la liste (en 16 points en l'occurrence) qui figure en toute première page de son polycopié et qui n'est pas le plan ? Que dites-vous au début aux élèves pour expliquer le rôle de cette partie ?

- Est-ce que vous faites beaucoup de commentaires à l'oral ? Sur quoi ? Prenez-vous des dispositions particulières pour que les élèves les prennent en notes ?
+ La promo 2011-2012 se distingue par un taux faible de prise de notes des commentaires oraux, très en dessous de toutes les autres classes. En 2012-2013, c'est le contraire (taux très fort de prise de notes). À quoi attribuez-vous cela ?
- Plus de la moitié des élèves disent ajouter des commentaires personnels ou des signes sur leur cours. Est-ce une pratique que vous encouragez ? + La promo 2012-2013 se distingue par un très fort taux de Toujours ou Souvent pour cet item (75%), plus fort que dans la promo 11-12. À quoi attribuez-vous cela ?

Thème 4 : organisation du travail et des révisions

- Selon vous quelle est la meilleure organisation temporelle du travail personnel en maths, travail ordinaire, travail de préparation des DS ? Est-ce que vous essayez de favoriser une telle organisation ? Comment ?
- Est-ce que vous encouragez vos élèves à s'organiser par un plan de travail ?

Thème 5 : Entre deux cours

- Quel est le ratio cours/exercices pendant les séances habituelles (hors TD) ?
- Alors que dans les autres classes enquêtées le % d'élèves qui cherchent les exercices d'une fois sur l'autre est très faible (entre 38 % et 25 %), à la baisse par rapport à la Terminale, dans vos deux classes, ce % est très élevé (67 % et même 77 % en 12-13, à la hausse par rapport à la Terminale). Il est supérieur au % d'élèves qui apprennent le cours (très nettement en 12-13) alors que c'est l'inverse dans les autres classes. À quoi attribuez-vous ce comportement particulier de votre classe ? (Avez-vous des dispositifs pour contrôler leur travail ? Comment les élèves sont-ils sollicités pour la correction ?)
- D'une fois sur l'autre, un peu plus de la moitié des élèves ne reviennent pas régulièrement sur les points non compris en classe. Ils sont encore plus nombreux à ne pas relire le cours en entier. À quoi attribuez-vous cela ?
- De même, un peu plus de la moitié des élèves n'apprennent que rarement le cours (définitions, théorèmes, formules) d'une fois sur l'autre. À quoi attribuez-vous cela ? + pour la promo 12-13, le % de ceux qui apprennent JouP le cours passe à environ 68 %.
- Est-ce que vous laissez souvent des exercices inachevés à terminer par les élèves ? Revenez-vous dessus la fois suivante ?

En 11-12 par de très bas et taux augmente pour atteindre 23% (*raisonnable comparé aux autres sauf que c'est la seule hausse partout*), mais en 12-13 le taux baisse mais reste de 32% (*très fort par rapport aux autres*)

Thème 6 : les ressources

- Est-ce que vous pensez que faire des fiches peut être un mode de travail intéressant ? Que doivent contenir des fiches utiles ? Encouragez-vous vos élèves à en faire ?
- Plus de 70 % des élèves considèrent votre cours comme complet et suffisant pour réussir. Ils sont seulement 43 % à avoir régulièrement recours à des ressources complémentaires. À quoi attribuez-vous cela ? (Encouragez-vous vos élèves à ne pas se disperser en dehors des apports que vous leur fournissez ?)
- Plus de 50 % des élèves de votre classe étudient régulièrement vos commentaires sur les copies de DM et DS pour se préparer aux contrôles, ce qui représente une hausse par rapport à la terminale. À quoi attribuez-vous cela ? (Encouragez-vous vos élèves à cela ?). Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail a posteriori sur les DM et DS ?

Thème 7 : avant un DS

- Quelles sont à votre avis les différentes étapes incontournables d'une bonne révision pour un DS ?
- Est-ce que les sujets de concours contiennent des formulaires ?
- Le taux moyen d'élèves qui disent vérifier leur connaissance des formules et de leurs conditions d'application est supérieur ou égal à 80 % (Sauf pour B 12-13). Il est supérieur au taux d'élèves qui vérifient leur connaissance des définitions et théorèmes (*partout supérieur ou égal à 60 %, en hausse par rapport à la Terminale, sauf à B 12-13-48 %*). À quoi attribuez-vous cela ? (nature des épreuves de concours ? connaissance précise des hypothèses non nécessaires par exemple)
- Dans votre classe, en 11-12, le % d'élèves qui relisent les démonstrations du cours est de 46%, 12 % seulement essaient de refaire les démonstrations. À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à ou contredit des conseils que vous donnez ? Quand les élèves ont-ils des questions de cours (colles, DS, concours blancs...)?
Info : comportement différent en 12-13, surtout pour le deuxième item : En 12-13, les deux % sont supérieurs 57% et 38 %.
- Plus de 70 % des élèves de votre classe disent essayer régulièrement de dégager des idées à retenir (exemples, méthodes et astuces) quand ils retravaillent le cours pour le DS. Hausse par rapport à la Terminale. À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ? (Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail qui favorisent cette dimension ?)
- D'après vous, qu'est-ce qui est le plus important pour favoriser la réussite en mathématiques au niveau de la résolution des exercices ?
- À quoi attribuez-vous ces résultats ? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ? (Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail qui favorisent cette dimension ?)

- Dans vos classes, 26 % d'élèves disent travailler des exercices supplémentaires pour les DS (forte baisse par rapport à la Terminale). À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ? Distribuez-vous des fiches d'exercices en supplément ? Combien d'exercices donnez-vous par chapitre/thème ?
- Est-ce que vous encouragez les élèves à réviser les exercices qu'ils ont peu ou pas cherchés (62%) ? Les exercices qu'ils ont cherchés et trouvés (28%) ?
- Quelle est selon vous la meilleure façon de retravailler un exercice corrigé en classe ?
- Exercices non basiques : en 12-13 taux remarquable de modalité C (57%). Qu'en pensez-vous ? Est-ce que vous donnez des conseils spécifiques sur ce point ? *Dans quelle mesure par son organisation, son discours pousse-t-elle à se dégager (ou pas) de la reproduction écrite ? En quoi fait-elle quelque chose pour favoriser une pratique intelligente du C (résoudre mentalement).*

Thème 8 : les colles

- Quels sont les rôles des colles dans la voie S selon vous ? Qu'apportent-elles aux élèves ?
- Quelles consignes donnez-vous aux colleurs ?
- Qu'attendez-vous qu'ils donnent comme informations dans le compte-rendu par élève qu'ils vous remettent ?
- Quelle est la place consacrée au cours (connaissance des théorèmes, restitution de démonstration de théorèmes) dans les colles ?

Autres questions

- Lieu : 90% chez eux, 0% chez amis, 11-12 plus au lycée (35%) que 12-13 (10%). Dispersion géographique ?
- Qui est le prof principal et quel est son rôle ?
- Dans les réponses aux questions, nous trouvons de nombreuses fois une vraie différence entre les deux promotions. En tant que professeur de la classe, avez-vous vous aussi repéré des différences entre ces deux promos ? Lesquelles ?
- Aussi, 12-13 semblent favoriser plus les exercices que le cours, et avoir une façon particulière de les travailler. Avez-vous cette impression ? Si oui à quoi attribuez-vous cela ?
- Résumer les caractéristiques de la promo 12-13 comparée à 11-12
- Pour tous les problèmes en classe et chez soi %oui en 12-13 moins que 11-12 (sauf distraction)
- En particulier en 12-13, nous avons trouvé qu'ils trouvent moins que l'autre promo que les cours sont trop rapides (29 % contre 38 %), qu'ils vous posent plus souvent des questions au prof s'ils ne comprennent pas, et qu'ils se font moins aider par les autres. À quoi attribuez-vous ces particularités ?
- La promo 2011-2012 se distingue par un taux faible de prise de notes des commentaires oraux, très en dessous de toutes les autres classes. En 2012-2013, c'est le contraire (taux très fort de prise de notes).

- La promo 2012-2013 se distingue par un très fort taux de Tjs/svt pour cet item (75%), plus fort que dans la promo 11-12. À quoi attribuez-vous cela ?
- Pour la promo 12-13, 68% n'apprennent pas le cours d'une fois à l'autre, et plus de 20 % ne reviennent pas du tout sur le cours lors des révisions de DS (les 2 taux de 11-12, respectivement 50% et 8%). C'est beaucoup plus que dans les autres prépas S (y compris K 11-12). À quoi attribuez-vous ce comportement particulier de cette promo ?
 - Chercher les exercices entre 2 cours et terminer exercices non finis en classe pourcentage supérieurs à tous les lycées, et même à K 11-12 qui étaient déjà relativement forts
 - Plus d'importance aux démonstrations que les autres S (y compris K11-12), surtout pour les refaire
 - Dégager les idées + le plus important = repérer exercices types/astuces et méthodes : taux les plus forts de tous les lycées
 - La promotion 11-12 se distingue des autres classes par un % assez faible (35 %) d'élèves révisant les exercices simples (*pourcentage le plus faible des 6 classes*) et un % élevé (plus de 60 %) d'élèves révisant les exercices longs. À quoi attribuez-vous cela ?
 - promo12-13 : font plus que les autres exercices ayant le plus de chance de tomber et exercices ayant posé problème, travaillent très peu d'exercices supplémentaires
 - Exos non basiques : en 12-13 taux remarquable de modalité C (57%)
 - En 12-13 légèrement plus de travail de groupe pour les colles et 100% colle utiles

Entretien Z.H.

Thème 1: la collaboration entre les étudiants

- Quel rôle joue selon vous le groupe classe dans une prépa ?
- Est-ce que dans votre organisation, il y a des dispositifs qui obligent (encouragent) les élèves à travailler en groupes ?
- En moyenne, dans toutes les voies, tous les établissements et toutes les promos, environ 80% des élèves affirment être plutôt ou totalement d'accord avec l'affirmation « L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel ». Est-ce que vous encouragez la solidarité entre élèves ? Comment ? Quelles formes peut-elle prendre selon vous ?
Cf. Darmon – recherche d'énergie collective depuis la sélection des élèves – chercher à constituer une classe ayant une énergie collective importante
- Le fait de discuter du cours avec d'autres élèves est plus répandu chez les faibles (54%) que les bons (9%). À quoi attribuez-vous cela ? *Sans comparer avec T mais en même temps, s'il n'y avait pas le comportement des T, on pourrait trouver normal que les bons ne discutent pas.*
- Les discussions entre deux cours des S portent légèrement plus sur les exercices que sur le cours (contrairement aux T). À quoi attribuez-vous cela ?

Thème 2: les difficultés

- Nous trouvons que pour la promo de 12-13, en fin d'année, 30 % des élèves considèrent qu'il y a trop d'interrogations et n'ont pas le temps de se préparer (c'est plus que dans les 3 autres classes de la voie S - Pas forcément à lui dire dès le début). Est-ce un phénomène que vous aviez ressenti ? Avez-vous pris des dispositions cette année pour réduire ce problème ?
- Le pourcentage d'élèves qui posent des questions au prof en cas de non compréhension baisse de la Terminale à la fin de prépa (de 55 % à 40 %). À quoi attribuez-vous cela ? Avez-vous un dispositif pour favoriser les questions ?
- Dans votre classe, les élèves ne sont pas très nombreux (25 %) à considérer les cours comme trop rapides. Par ailleurs, le % de ceux qui se disent régulièrement distraits baisse par rapport au début de terminale (passe de 50 % à 35 %). À quoi attribuez-vous ces deux phénomènes ?

Thème 3 : prise de notes

- Distribuez-vous un cours photocopié ? Quel est le rapport entre ce texte et le contenu de ce que vous exposez en cours ? (reprise intégrale, intersection vide ou quasi vide ?). Qu'écrivez-vous au tableau pendant les séances ?
- Est-ce que vous faites beaucoup de commentaires à l'oral ? Sur quoi ? Prenez-vous des dispositions particulières pour que les élèves les prennent en notes ?
- Plus de la moitié des élèves disent ajouter des commentaires personnels ou des signes sur leur cours. Est-ce une pratique que vous encouragez ?

Thème 4 : organisation du travail et des révisions

- Selon vous quelle est la meilleure organisation temporelle du travail personnel en maths, travail ordinaire, travail de préparation des DS ? Est-ce que vous essayez de favoriser une telle organisation ? Comment ?
- Le pourcentage d'élèves qui s'y prennent très à l'avance pour réviser un DS est beaucoup plus élevé que dans les 3 autres classes de S. À quoi attribuez-vous cela ?
- Est-ce que vous encouragez vos élèves à s'organiser par un plan de travail ?

Thème 5 : Entre deux cours

- D'une fois sur l'autre, un peu plus de la moitié des élèves ne reviennent pas régulièrement sur les points non compris en classe. Ils sont encore plus nombreux à ne pas relire le cours en entier. Qu'en pensez-vous ?
- De même, un peu plus de la moitié des élèves n'apprennent que rarement le cours (définitions, théorèmes, formules) d'une fois sur l'autre. Qu'en pensez-vous ?
- Le pourcentage d'élèves qui cherchent les exercices d'une fois sur l'autre est très faible, à la baisse par rapport à la Terminale (25 % à D12-13), il est nettement inférieur au % d'élèves qui apprennent le cours (44%). Qu'en pensez-vous ? (Avez-vous des dispositifs pour contrôler leur travail ? Comment les élèves sont-ils sollicités pour la correction ?)
- Quel est le ratio cours/exercices pendant les séances habituelles (hors TD) ?

- Est-ce que vous laissez souvent des exercices inachevés à terminer par les élèves ? Revenez-vous dessus la fois suivante ?

Thème 6 : les ressources

- Est-ce que vous pensez que faire des fiches peut être un mode de travail intéressant ? Que doivent contenir des fiches utiles ? Encouragez-vous vos élèves à en faire ?
- Plus de 70 % des élèves considèrent votre cours comme complet et suffisant pour réussir. Ils sont à peine moins nombreux à avoir régulièrement recours à des ressources complémentaires À quoi attribuez-vous cela ? (Encouragez-vous vos élèves à chercher des apports en dehors de ce que vous leur fournissez – annales ou autres?)
- Plus de 55 % de vos élèves ne reviennent pas régulièrement sur vos commentaires sur les copies de DM et DS pour se préparer aux contrôles. À quoi attribuez-vous cela ? (Encouragez-vous vos élèves à cela ?). Ecrivez-vous des commentaires ? Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail a posteriori sur les DM et DS ?

Thème 7 : avant un DS

- Quelles sont à votre avis les différentes étapes incontournables d'une bonne révision pour un DS ?
- Est-ce que les sujets de concours contiennent des formulaires ?
- Le taux moyen d'élèves qui disent vérifier leur connaissance des formules et de leurs conditions d'application est supérieur ou égal à 80 % (Sauf pour B 12-13). Il est supérieur au taux d'élèves qui vérifient leur connaissance des définitions et théorèmes (partout supérieur ou égal à 60 %, en hausse par rapport à la Terminale, sauf à B 12-13-48 %). À quoi attribuez-vous cela ? (nature des épreuves de concours ? connaissance précise des hypothèses non nécessaires par exemple)
- Dans votre classe, le % d'élèves qui relisent les démonstrations du cours est de 35% (le plus bas des taux pour cet item), 10 % seulement essaient de refaire les démonstrations. À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à ou contredit des conseils que vous donnez ? Quand les élèves ont-ils des questions de cours ?
- Plus de 70 % des élèves de votre classe disent essayer régulièrement de dégager des idées à retenir (exemples, méthodes et astuces) quand ils retravaillent le cours pour le DS. Hausse par rapport à la Terminale. À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ? (Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail qui favorisent cette dimension ?)
- D'après vous, qu'est-ce qui est le plus important pour favoriser la réussite en mathématiques au niveau de la résolution des exercices ?
- À quoi attribuez-vous ces résultats (le plus important pour réussir) ? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ? (Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail qui favorisent cette dimension ?)

- Dans votre classe, environ 55 % d'élèves disent retravailler tous les exercices pour les DS. À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ?
Cette classe retravaille à presque 90 % les exercices pour les colles. Est-ce aussi un conseil pour les colles ?
- Dans votre classe, 60 % d'élèves disent travailler des exercices supplémentaires pour les DS (forte hausse par rapport à la Terminale). À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ? Distribuez-vous des fiches d'exercices en supplément ? Combien d'exercices donnez-vous par chapitre/thème ?
- Est-ce que vous encouragez les élèves à réviser les exercices qu'ils ont peu ou pas cherchés (65%) ? Les exercices qu'ils ont cherchés et trouvés (50%) ?
- Quelle est selon vous la meilleure façon de retravailler un exercice corrigé en classe ?
- Que pensez-vous des taux concernant les exercices non basiques ? Est-ce que vous donnez des conseils spécifiques sur ce point ?

Thème 8 : les colles

- Quels sont les rôles des colles dans la voie S selon vous ? Qu'apportent-elles aux élèves ?
- Quelles consignes donnez-vous aux colleurs ?
- Qu'attendez-vous qu'ils donnent comme informations dans le compte-rendu par élève qu'ils vous remettent ?
- Quelle est la place consacrée au cours (connaissance des théorèmes, restitution de démonstration de théorèmes) dans les colles ?

Autres questions

- Lieu : 90% chez eux, 0% chez amis, 20% au lycée. Dispersion géographique ?
- Qui est le prof principal et quel est son rôle ?
- Christian Chen (promo 12-13) parti en classe prépa ENS Cachan D2 ?? et pourtant il avait complété le questionnaire en début d'année puis répondait à mes mails toute l'année. Est-il parti en milieu d'année ?

Entretien H.C.

Thème 1: la collaboration entre les étudiants

- Quel rôle joue selon vous le groupe classe dans une prépa ?
- Est-ce que dans votre organisation, il y a des dispositifs qui obligent (encouragent) les élèves à travailler en groupes ?
- En moyenne, dans toutes les voies, tous les établissements et toutes les promos, environ 80% des élèves affirment être plutôt ou totalement d'accord avec l'affirmation « L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel ».

Est-ce que vous encouragez la solidarité entre élèves ? Comment ? Quelles formes peut-elle prendre selon vous ?

Cf. Darmon – recherche d'énergie collective depuis la sélection des élèves – chercher à constituer une classe ayant une énergie collective importante

- Nous avons trouvé que dans la voie T, le fait de discuter du cours avec d'autres élèves est nettement plus répandu chez les bons (62%) élèves que chez les moyens (9%) et faibles (38%). À quoi attribuez-vous cela ?
- Ce sont les marocains qui discutent plus du cours et qui aussi travaillent plus en groupe : est-ce culturel ? Est-ce en rapport avec leur formation antérieure ?
- Les discussions entre deux cours des T portent légèrement plus sur le cours que les exercices (contrairement aux S). À quoi attribuez-vous cela ?

Thème 2: les difficultés

- Nous trouvons que 35 % des élèves considèrent en fin d'année qu'il y a trop d'interrogations et n'ont pas le temps de se préparer, c'est très au dessus des autres classes, avec même un taux de 41 % (? ou 42 %) en 2011-2012. Est-ce que vous voyez des raisons à cette différence ? (raisons objectives liées à la spécificité des prépas voie T, raisons liées au passé des élèves ?)
- Le pourcentage d'élèves qui posent des questions au prof en cas de non compréhension baisse de la Terminale à la fin de prépa (de 55 % à 40 %). À quoi attribuez-vous cela ? Avez-vous un dispositif pour favoriser les questions ?

Thème 3 : prise de notes

- Distribuez-vous un cours photocopié ? Quel est le rapport entre ce texte et le contenu de ce que vous exposez en cours ? (reprise intégrale, intersection vide ou quasi vide ?). Qu'écrivez-vous au tableau pendant les séances ?
- Est-ce que vous faites beaucoup de commentaires à l'oral ? Sur quoi ? Prenez-vous des dispositions particulières pour que les élèves les prennent en notes ?
- Plus de la moitié des élèves disent ajouter des commentaires personnels ou des signes sur leur cours. Est-ce une pratique que vous encouragez ?

Thème 4 : organisation du travail et des révisions

- Selon vous quelle est la meilleure organisation temporelle du travail personnel en maths, travail ordinaire, travail de préparation des DS ? Est-ce que vous essayez de favoriser une telle organisation ? Comment ?
- Le pourcentage d'élèves qui travaillent surtout à l'approche des contrôles (donc travail moins régulier) est assez fort (50% et 35% - plus élevé qu'en S : 20% en moyenne). À quoi attribuez-vous cela ?
- Est-ce que vous encouragez vos élèves à s'organiser par un plan de travail ?

Thème 5 : Entre deux cours

- D'une fois sur l'autre, un peu plus de la moitié des élèves ne reviennent pas régulièrement sur les points non compris en classe. Ils sont encore plus nombreux à ne pas relire le cours en entier. Qu'en pensez-vous ?

Info complémentaire ensuite: en 12-13, ce sont 75 % d'élèves qui ne reviennent pas sur les points incompris.

- De même, un peu plus de la moitié des élèves n'apprennent que rarement le cours (définitions, théorèmes, formules) d'une fois sur l'autre. Qu'en pensez-vous ?
- Le pourcentage d'élèves qui cherchent les exercices d'une fois sur l'autre est très faible, à la baisse par rapport à la Terminale (27 % à B avec moins de 20% pour B12-13). Qu'en pensez-vous ? Comment sont organisées les phases de cours et les phases d'exercices : exercices d'une fois sur l'autre ? exercices uniquement quand le cours est complètement fini, au bout de plusieurs séances ? Quel est le ratio cours/exercices pendant les séances habituelles (hors TD) ?
- Avez-vous des dispositifs pour contrôler leur travail ? Comment les élèves sont-ils sollicités pour la correction ? *Questions à poser si cela ne vient pas spontanément.*
- Ils sont un peu plus nombreux à apprendre le cours qui semble donc plus important. Qu'en pensez-vous ? (Est-ce que cela peut venir de la nature des épreuves de concours ? est-ce qu'il y a des questions de cours dans les DS ?) ?
- Est-ce que vous laissez souvent des exercices inachevés à terminer par les élèves ? Revenez-vous dessus la fois suivante ?

Thème 6 : les ressources

- Est-ce que vous pensez que faire des fiches peut être un mode de travail intéressant ? Que doivent contenir des fiches utiles ? Comment doivent-ils les faire ? Encouragez-vous vos élèves à en faire ?
Y a-t-il dans les exercices des éléments importants à retenir dans les fiches ? car opposition entre 11-12 et 12-13 : 50% insèrent éléments venant des exercices contre 15% pour la 2nde promotion
B en 12-13 favorisent la réécriture (45%) plutôt que la sélection (41%)
- Plus de 70 % des élèves considèrent votre cours comme complet et suffisant pour réussir. En 12-13, ils sont très peu à avoir régulièrement recours à des ressources complémentaires (25 %). Par contre en 11-12, ils étaient plus de 55 %. À quoi attribuez-vous cela ? Encouragez-vous vos élèves à chercher des apports en dehors de ce que vous leur fournissez ?
- Plus de 50 % des élèves de votre classe étudient régulièrement vos commentaires sur les copies de DM et DS pour se préparer aux contrôles, ce qui représente une hausse par rapport à la terminale. À quoi attribuez-vous cela ? (Encouragez-vous vos élèves à cela ?). Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail a posteriori sur les DM et DS ?

Thème 7 : avant un DS

- Quelles sont à votre avis les différentes étapes incontournables d'une bonne révision pour un DS ?
- Est-ce que les sujets de concours contiennent des formulaires ?
- Le taux moyen d'élèves qui disent vérifier leur connaissance des formules et de leurs conditions d'application est supérieur ou égal à 80 % (Sauf pour B 12-13). Il est supérieur au taux d'élèves qui vérifient leur connaissance des définitions et

- théorèmes (partout supérieur ou égal à 60 %, en hausse par rapport à la Terminale, sauf à B 12-13-48 %). À quoi attribuez-vous cela ? (nature des épreuves de concours ? connaissance précise des hypothèses non nécessaires par exemple)
- En 11-12, le taux d'élèves qui étudient les démonstrations du cours avant un DS est le plus élevé de toutes les classes enquêtées (80 %) ; de même plus de 50 % essaie de refaire les démonstrations (taux le plus élevé). À quoi attribuez-vous cela ? (Encouragez-vous vos élèves à cela ?, les sujets comprennent-ils des questions de cours ? et au concours ?).
Info : en 12-13, les deux pourcentages sont nettement inférieurs (50 % et 30 %)
 - Un peu moins de 50 % des élèves de votre classe (12-13) disent essayer régulièrement de dégager des idées à retenir (exemples, méthodes et astuces) quand ils retravaillent le cours pour le DS. Baisse par rapport à la Terminale. À quoi attribuez-vous cela ? Est-ce que cela correspond à ou contredit des conseils que vous donnez ?
 - D'après vous, qu'est-ce qui est le plus important pour favoriser la réussite en mathématiques au niveau de la résolution des exercices ?
 - À quoi attribuez-vous ces résultats (le plus important pour réussir)? Est-ce que cela correspond à des conseils que vous donnez ? (Mettez-vous en place des dispositifs particuliers de travail qui favorisent cette dimension ?)
 - Est-ce que vous encouragez les élèves à faire des exercices supplémentaires ? Distribuez-vous des fiches d'exercices en supplément ? Combien d'exercices donnez-vous par chapitre/thème?
 - Est-ce que vous encouragez les élèves à réviser les exercices qu'ils ont peu ou pas cherchés (50% et 38%)? Les exercices qu'ils ont cherchés et trouvés (45% et 28%) ?
 - Quelle est selon vous la meilleure façon de retravailler un exercice corrigé en classe ?
 - Que pensez-vous des taux concernant les exercices non-basiques? Est-ce que vous donnez des conseils spécifiques sur ce point ?

Thème 8 : les colles

- Instructions officielles des colles des T ?
- Comment sont choisis les élèves pour les colles ? groupes fixes sur l'année ?
- Le thème des colles est-il annoncé aux élèves à l'avance ?
- En quoi consistent les séances de soutien (du mardi soir) : effectif ? qui ? choix des élèves ? Quel travail ?
- Est-ce que les élèves sont supposées faire un travail préparatoire pour les colles ? Lequel ?
- Quel bilan dressez-vous de cette modalité d'organisation des colles ?
- Quels sont les rôles des colles dans la voie T selon vous ? Qu'apportent-elles aux élèves ?
- Quelles consignes donnez-vous aux colleurs ?
- Qu'attendez-vous qu'ils donnent comme informations dans le compte-rendu par élève qu'ils vous remettent ?

- Quelle est la place consacrée au cours (connaissance des théorèmes, restitution de démonstration de théorèmes) dans les colles ?

Autres questions

- Lieu : 11-12 – 50% chez soi, 27% lycée, 23% amis et 12-13 – 35% chez soi, 30% lycée, 10% amis. Internat ? (taux d'internes ? marocains ?)
- Qui est le prof principal et quel est son rôle ?

Questions concernant les 2 populations + les 2 promotions :

A partir de votre expérience du public des élèves marocains, comment caractériseriez-vous leurs particularités ? Sont-ils différents des élèves français ? *à suivre pour préciser* au niveau du rapport aux études ? du rapport aux mathématiques ? des façons d'organiser leur travail personnel ? de leur attitude en classe ? (concentration, questions au prof)

Et quels sont les problèmes des français (par opposition) ?

Dans les réponses aux questions, nous trouvons de nombreuses fois une grande différence entre les deux promotions. En tant que professeur de la classe, avez-vous vous aussi repéré des différences entre ces deux promos ? Lesquelles ?

Annexe 5 : Questionnaires des professeurs

Questionnaire partie 1

- 1. Vous avez :**
 - a. Moins de 40 ans
 - b. Entre 40 et 49 ans
 - c. Entre 50 et 55 ans
 - d. Plus de 55 ans

- 2. Depuis combien de temps avez-vous commencé à enseigner (en général) ?**
 - a. Moins de 5 ans
 - b. Entre 5 et 15 ans
 - c. Plus de 15 ans

- 3. Depuis combien de temps enseignez-vous en CPGE (comptez même les postes à temps partiel en CPGE) ?**
 - a. Moins de 5 ans
 - b. Entre 5 et 15 ans
 - c. Plus de 15 ans

- 4. Quelles sont les études que vous avez suivies avant de devenir Professeur ?**
 - a. Une CPGE puis une ENS
 - b. Une CPGE puis une Grande Ecole autre qu'une ENS
 - c. Une CPGE puis l'Université
 - d. Un cursus dans une Université
 - e. Autres cursus

- 5. Quel est le diplôme universitaire (ou équivalent) le plus élevé que vous ayez obtenu ?**
 - a. Diplôme de Bac + 3
 - b. Diplôme de Bac + 4 ou de Bac + 5
 - c. Doctorat

- 6. Quelle raison principale vous a poussé à devenir enseignant(e) de manière générale ?**
 - a. Intérêt intellectuel pour la discipline enseignée
 - b. Intérêt pour le contact avec les élèves
 - c. Statut social de l'enseignant
 - d. Autres raisons

- 7. Quelle est LA raison principale qui vous a poussé à devenir Professeur de CPGE ?**
 - a. Être au contact des élèves tout en ayant un niveau élevé d'enseignement
 - b. Raisons personnelles et familiales
 - c. Le souhait de retrouver les CPGE que vous aviez connues comme élève

- d. La rémunération plus élevée offerte en classe préparatoire
- e. La volonté de quitter l'enseignement secondaire ou un autre univers professionnel

Éventuels commentaires/ hésitations vis-à-vis de votre choix et au-delà des réflexions que suggèrent les propositions :

8. Quelle expression vous semble le mieux décrire le rôle des professeurs de CPGE ?

- a. L'enseignant de CPGE est d'abord un « entraîneur » qui doit permettre à ses élèves d'être préparés intellectuellement et psychologiquement à passer les épreuves du concours.
- b. L'enseignant de CPGE est d'abord un « maître » qui doit transmettre son savoir aux élèves qui lui sont confiés.
- c. L'enseignant de CPGE est un « éveilleur » qui doit ouvrir des perspectives que ses élèves exploreront dans la suite de leur parcours.

Éventuels commentaires / hésitations vis-à-vis de votre choix et au-delà des réflexions que suggèrent les propositions :

9. Pour quelles raisons avez-vous préféré enseigner en CPGE que dans le secondaire ?

10. Aimerez-vous enseigner à l'université ?

Questionnaire partie 2

M. Darmon décrit les classes préparatoires comme une institution « enveloppante »: puissante mais non totalitaire, violente mais soucieuse du bien-être de ses membres, elle opère en individualisant à l'extrême plutôt qu'en homogénéisant, renforçant de fait sa prise sur les individus qui en sont membres (Darmon pp.28-29).

- 1. La prépa cherche à mettre les élèves au travail et à façonner leurs modalités d'étude. Elle suit le travail de chaque élève individuellement, tout en s'intéressant aussi à l'élève comme personne qui peut être en souffrance. « *Les élèves sont observés, leurs points faibles, leurs points forts, leur degré d'investissement dans le travail sont à la fois évalués et discutés* » (Darmon p. 49).

On s'intéresse en premier lieu aux dispositifs qui permettent à l'enseignant de savoir où en est chaque élève sur le plan des mathématiques. En voici une liste (non-exhaustive). Pour chacun, précisez si vous en faites, si oui à quelle fréquence et dans quelles conditions, et ajoutez vos commentaires.

Dispositifs individualisés (avec quel rythme ?)

- interrogations orales informelles en cours
- passage au tableau sur des exercices donnés à préparer à la maison
- exercices "faits en classe" au cours desquels vous passez d'un élève à l'autre et regardez où il/elle en est
- autre :

Dispositifs pour la classe (combien dans l'année ?)

- brèves interrogations écrites portant sur le cours, annoncées
- brèves interrogations écrites portant sur le cours, "surprises"
- devoirs maison rendus et corrigés
- devoirs surveillés, réalisés dans des conditions de temps et de sujet de concours
- devoirs surveillés, non réalisés dans des conditions de temps et de sujet de concours
- autre :

2. La prépa met les élèves sous pression afin d'assurer leur formation intellectuelle et leur réussite aux concours. Il existe un ensemble de techniques « *qui constitue ce qu'on peut appeler un travail de l'empressement : faire en sorte que la pression, que le rythme se maintiennent* » (Darmon, p. 54). Les dispositifs évoqués précédemment contribuent à cette mise sous pression en même temps qu'ils façonnent les modes de travail et informent l'enseignant sur les élèves.

En complément, voici une liste (non-exhaustive) de divers types de procédures collectives d'empressement. Est-ce que ce sont des aspects que vous organisez dans votre classe ? Si oui, quand et comment ?

Les notes et classements d'un devoir donné :

- Les copies sont rendues dans l'ordre du classement croissant ou décroissant, ou dans l'ordre alphabétique, ou sans ordre prédéfini
- Le rang est inscrit sur la copie ou non
- Une feuille comportant la note et/ou le rang de chacun à un devoir est affichée ou circule dans la classe, ou vous préférez ne pas communiquer cette info
- Les notes, un outil pour l'incitation au travail ou pour la comparaison et la compétition?
- Autre :

Les figures aiguillons : dans votre discours, vous faites référence

- aux concours
- aux examinateurs et/ou correcteurs
- au jour du concours
- aux sujets passés des concours
- aux élèves des "grands lycées"
- Autre :

Instauration d'un rapport particulier au temps : à travers votre cours et discours, on repère une

- Anticipation constante sur ce qui va se faire après dans l'année
- Anticipation constante sur ce qui va se faire l'an prochain
- Référence au hors-programme
- Autre :

Y a-t-il d'autres moyens que vous utilisez pour entraîner les élèves à se mettre au travail ?

3. Mais la prépa « travaille parallèlement à "adoucir" la violence préparatoire » (Darmon p. 68). Ainsi, l'institution opère en étant soucieuse du bien-être physique, social et psychologique d'élèves qu'il ne s'agit pas tant de faire obéir que de faire travailler dans de bonnes conditions, en s'assurant qu'ils "vont bien" (Darmon pp. 73-74).

Partagez-vous ce point de vue ?

Quel soutien ou réconfort apportez-vous aux élèves, et comment ?

Annexe 6 : Mail envoyé aux colleurs

Bonjour,

Je vous écris suite au mail de mise en contact de L.D. [*respectivement Z.H. et H.C.*]. J'espère que vous avez passé des vacances reposantes, et que vous trouverez un petit moment pour répondre à mon mail loin du stress des cours.

Comme vous l'a indiqué L.D. [*respectivement Z.H. et H.C.*], je suis doctorante en didactique des mathématiques à Paris7 et ma thèse porte sur le travail personnel des étudiants en classes préparatoires.

Je travaille avec des lycées et enseignants en région parisienne et banlieues afin de collecter les données nécessaires. J'ai déjà fais passer, entrès autres, des questionnaires aux élèves à propos de leurs habitudes de travail en fin de terminale, et ensuite en fin de première année de classe préparatoire afin de voir l'évolution de leurs pratiques et l'influence du contexte. Une série de questions portant sur le dispositif des colles a renseigné des choses très intéressantes, ce qui m'a poussé a creuser plus en profondeur. Et donc évidemment, je m'intéresse à ce que pensent les colleurs, et aux détails (même évidents) du déroulement d'une colle, ce qui explique mon mail.

Je vous contacte alors afin de vous poser quelques questions concernant le déroulement de vos colles ainsi que votre point de vue sur ce dispositif.

1. Comment se déroulent les colles avec vous? (organisation d'une colle, travail des élèves, temps de recherche, écrit/oral...)
2. Selon vous, qu'apporte le dispositif des colles aux étudiants?
3. Qu'est qui vous fait dire qu'une colle a été enrichissante/réussie? Si vous avez le souvenir d'une colle "très satisfaisante", expliquez ce qui vous pousse à penser ainsi.
4. Que cherchez-vous à faire en temps que professeurs/colleurs à travers vos interventions pendant les colles (vos objectifs)? Quel apport aux élèves?

Je vous remercie à l' avance de prendre le temps de répondre à ces questions, même si vous le faites brièvement.

En vous souhaitant une excellente année et une bonne rentrée,
Bien cordialement,

Annexe 7 : Liste des questions clefs des entretiens avec les étudiants

- Travail de groupe : en début d'année tu dis ne pas travailler du tout en groupe, et maintenant ? Que penses-tu de la notion de solidarité en classe et de la compétition ?
 - Que peux-tu me dire concernant l'aspect des colles comme cours particuliers ? Quels sont les avantages et inconvénients des colles pour toi ?
 - Préparation du dernier DS : remets-toi en situation de préparation de ton dernier DS, les quelques jours ou heures qui précèdent, afin de me décrire les détails des étapes de ton travail : quand ? comment ? quel contenu mathématique ? quelles ressources ? quelle aide ?
 - Qu'est-ce qui a le plus évolué depuis la terminale dans ta façon de travailler en maths ? Quelles sont les principales différences entre lycée et prépa ?
 - Y a-t-il des notions mathématiques qui posent plus problème que d'autres ?
- ⇒ Insister sur les aspects mathématiques

Annexe 8 : Tableaux résumant les résultats des tests d'hypothèse pour tous les items du questionnaire des étudiants

Test du Khi-deux d'indépendance (fin d'année préparatoire)

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher	sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
Lecture : les cases avec un "oui" indiquent que la dépendance est significative. La p-valeur est donnée dans ce cas.	dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Habitudes générales								
J'ai l'habitude de travailler Chez moi	oui 0	oui 0,002	oui 0					
J'ai l'habitude de travailler Dans mon établissement								
J'ai l'habitude de travailler Chez des amis	oui 0		oui 0,001		oui 0,003 *		oui 0,021 *	
J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/collègues					oui 0,049			
Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier)				oui 0,04				oui 0,032*
"L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel"								oui 0,032*
A propos de l'organisation de mon travail - plan			oui 0,025		oui 0,001*	oui 0,012	oui 0,026 *	
Je révise mon cours et je travaille	oui 0		oui 0,001					
Pour les révisions d'un DS, je m'y mets			oui 0,024	oui 0,038		oui 0,09		

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher		sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
		dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Problèmes									
1	Je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours	oui 0,037	oui 0,035					oui 0,026 *	
2	J'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps								
3	Je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut	oui 0,011	oui 0,03	oui 0,014					
4	Je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé	oui 0,032		oui 0,035					
5	Lorsque j'étudie je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine								
En classe									
1	Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre	oui 0,028	oui 0,001	oui 0,021		oui 0,038	oui 0,042	oui 0,016 *	oui 0,004 *
2	Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins								
3	Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur		oui 0			oui 0		oui 0*	

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher		sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
		dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Prise de notes									
1	Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral								oui 0,04
2	Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau	oui 0		oui 0,001					
3	J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)							oui 0,09*	
4	J'indique les points que je n'ai pas compris					oui 0,09		oui 0,06*	
Fiches									
	Je fais des fiches								
	Dans ces fiches j'insère des éléments qui viennent des exercices								oui 0,035*

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher		sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
		dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Entre deux cours									
1	Je lis ce qu'on a fait en classe en entier	oui 0,05	oui 0,016						
2	J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)								
3	Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe		oui 0,001			oui 0,001		oui 0,001 *	
4	Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours							oui 0,015 *	oui 0,08*
1'	Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe	oui 0,09	oui 0,02	oui 0		oui 0,02	oui 0	oui 0,08*	
2'	Je termine les exercices non finis en classe		oui 0,01	oui 0,015			oui 0,004		
3'	Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison	oui 0,028		oui 0,045					

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher		sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
		dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Colles									
1	Je prépare les colles en groupe								
2	Je refais les exercices corrigés en classe	oui 0		oui 0			oui 0,015		oui 0,042 *
3	Les colles sont utiles								
Ressources									
1	Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir		oui 0,022	oui 0,07	oui 0,003		oui 0,002		oui 0,036 *
2	J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur	oui 0,001		oui 0	oui 0,017		oui 0		
3	J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents		oui 0,037				oui 0,027		oui 0,017

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher		sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
		dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Façon de travailler avant un DS									
1	Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours								
2	Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile					oui 0,001		oui 0,019 *	
3	Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application	oui 0,008	oui 0,029	oui 0,008			oui 0,031*	oui 0,033 *	
4	Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes		oui 0,004					oui 0,012 *	
6	Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre	oui 0,025	oui 0,023		oui 0,037	oui 0,003		oui 0,001 *	
7	J'essaie de refaire les démonstrations	oui 0	oui 0,042	oui 0,001			oui 0,034		
façon 5 (fin 12-13)	J'essaie de dégager des idées à retenir	oui 0,001		oui 0,05					

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher		sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
		dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Exercices travaillés avant un DS									
A	tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd)					oui 0,001		oui 0,004 *	
B	les exercices qui ont plus de chances de tomber	oui 0,004		oui 0,002			oui 0,022		
C	les exercices longs		oui 0	oui 0,034		oui 0,07		oui 0,003 *	0,009 *
D	les exercices les plus simples		oui 0,06	oui 0,048			oui 0,015		0,001 *
E	les exercices que j'ai peu ou pas cherchés	oui 0,001	oui 0,029	oui 0,003	oui 0,039				
F	les exercices qui m'ont posé problème	oui 0,001	oui 0,001	oui 0,004		oui 0,001		oui 0,001 *	
G	les exercices que j'ai cherchés et trouvés			oui 0,021			oui 0,09		
H	h. des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...)	oui 0	oui 0,028	oui 0	oui 0,027		oui 0		

* les conditions sur les effectifs théoriques pour un test du Khi-deux non respectées, il s'agit de la p-valeur d'un test exact de Fisher		sur l'ensemble (en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées)				en séparant S et T (croisement avec lycée d'origine)		en séparant S et T (croisement avec niveau)	
		dépendance avec filière	dépendance avec niveau en maths	dépendance avec lycée	dépendance avec promo	T (Maroc /France)	S (K /D)	T	S
Autres items									
	J'estime mon travail		oui 0			oui 0,002		oui 0*	oui 0,002*
	J'estime mes résultats		oui 0			oui 0		oui 0*	oui 0*
	Le plus important pour réussir	oui 0,013*		oui 0,026*	oui 0,033*				
	Je fais des fiches								
	Dans ces fiches j'insère des éléments qui viennent des exercices				oui 0,035*				
	Mes fiches sont plutôt		oui 0,027*					oui 0,04*	
en gardant A-F	Exercices non basiques	oui 0,006*		oui 0,025*					
en supprimant A et F	Exercices non basiques	oui 0,027			oui 0,04				
en supprimant A et F et en regroupant D et E	Exercices non basiques	oui 0,012		oui 0,032				oui 0,037*	

Test de Mc Nemar (évolution début-fin d'année préparatoire)

<i>sur l'ensemble : en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées</i>		évolution significative évolution début-fin d'année préparatoire:			
Lecture : les cases avec un "oui" indiquent que l'évolution est significative. La p valeur est donnée dans ce cas.		sur l'ensemble	B	D	K
Habitudes générales					
	J'ai l'habitude de travailler Chez moi		oui (0,003)		
	J'ai l'habitude de travailler Dans mon établissement (bibliothèque, salles de travail, info...)				
	J'ai l'habitude de travailler Chez des amis		oui (0,021)		
	J'ai l'habitude de travailler en groupe/ avec des amis/collègues				
	Je me fais aider (amis, parents, mon prof de classe, prof particulier)				
	Par rapport à l'affirmation suivante: "L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel" je suis...	oui (0)	oui (0,03)		oui (0,019)
	A propos de l'organisation de mon travail - plan				
	Je révise mon cours et je travaille	oui (0)		oui (0,001)	oui (0)
	Pour les révisions d'un DS, je m'y mets	oui (0,001)			oui (0,035)
Problèmes					
1	Je n'arrive pas à me mettre au travail lorsqu'il le faut, surtout le soir et après les cours	oui (0,001)	oui (0,003)		
2	J'éprouve des difficultés à organiser efficacement mon temps	oui (0,025)	oui (0,035)		
3	Je trouve qu'il y a trop d'interrogations et je n'ai pas le temps de me préparer comme il faut	oui (0)	oui (0,007)	oui (0,013)	
4	Je reporte mon travail et puis je me retrouve débordé		oui (0,007)		
5	Lorsque j'étudie je ne suis pas capable de me concentrer et de le rester jusqu'à ce que je termine				

<i>sur l'ensemble : en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées</i>		évolution significative évolution début-fin d'année préparatoire:			
		sur l'ensemble	B	D	K
En classe					
1	Le rythme des cours me semble trop rapide, je n'arrive pas à suivre	oui (0)	oui (0)		oui (0,003)
2	Il m'arrive d'être distrait : je pense à autre chose ou je parle avec mes voisins				
3	Si je ne comprends pas, je pose une question au professeur	oui (0)	oui (0,001)	oui (0,011)	
Prise de notes					
1	Je prends des notes à partir des commentaires que le professeur fait à l'oral				
2	Je recopie tout ce que le professeur écrit au tableau				
3	J'ajoute des commentaires personnels, des petits signes à moi (par exemple comme des abréviations, des points d'exclamation ou d'interrogation, ou un smiley)				
4	J'indique les points que je n'ai pas compris				
Entre deux cours					
1	Je lis ce qu'on a fait en classe en entier				
2	J'apprends le cours (définitions, théorèmes, formules, démonstrations)				
3	Je reviens sur les points que je n'ai pas bien compris en classe	oui (0,048)	oui (0,018)		
4	Je discute du cours avec d'autres élèves, ça m'aide à apprendre et à comprendre le cours		oui (0,023)		
1'	Je cherche les exercices donnés pour la fois suivante par le professeur avant la correction prévue en classe	oui (0)	oui (0,018)	oui (0)	
2'	Je termine les exercices non finis en classe	oui (0)		oui (0)	
3'	Je discute avec d'autres élèves des exercices qui sont à faire à la maison				

<i>sur l'ensemble : en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées</i>		évolution significative évolution début-fin d'année préparatoire:			
		sur l'ensemble	B	D	K
Ressources					
1	Le cours du professeur me semble complet et suffisant pour réussir				
2	J'ai recours à d'autres sources d'informations (manuels, ouvrages, livres, photocopiés, ressources internet...) que le cours du professeur			oui (0,014)	
3	J'étudie les commentaires du professeur sur mes copies de Devoirs Maison ou Devoirs Surveillés précédents	oui (0,003)	oui (0,031)		
Façon de travailler avant un DS					
1	Je travaille seulement les exercices sans revenir sur le cours	oui (0,049)			
2	Je commence d'abord par étudier ce qui était le plus difficile				
3	Je vérifie que je connais les formules et leurs conditions d'application			oui (0,039)	
4	Je vérifie que je connais par cœur les définitions et théorèmes	oui (0,019)			oui (0,021)
6	Je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre	oui (0,003)			
7	J'essaie de refaire les démonstrations	oui (0,003)		oui (0,035)	
Exercices travaillés avant un DS					
A	a. tous les exercices (si le programme de révision n'est pas trop lourd)				
B	b. les exercices qui ont plus de chances de tomber				
C	c. les exercices longs	oui (0,013)	oui (0,021)		
D	d. les exercices les plus simples	oui (0)	oui (0,043)	oui (0)	
E	e. les exercices que j'ai peu ou pas cherchés				
F	f. les exercices qui m'ont posé problème				
G	g. les exercices que j'ai cherchés et trouvés				
H	h. des exercices supplémentaires (livres, manuels, annales d'exercices corrigés, sites internet...)		oui (0,017)		oui (0,017)

<i>sur l'ensemble : en regroupant les 2 promotions et les 3 lycées</i>		évolution significative évolution début-fin d'année préparatoire:			
		sur l'ensemble	B	D	K
Autres items					
	J'estime mon travail	oui (0)	oui (0)	oui (0)	
	J'estime mes résultats	oui (0)	oui (0)	oui (0,001)	oui (0)

Annexe 9 : La correction des exercices en classe

Nous nous intéressons à l'item suivant (de la catégorie "En classe et prise de notes") : *Lors de la correction des exercices en classe, si je m'aperçois que j'ai fait des erreurs dans ma réponse, je les efface ou je les rature.* Pour rappel, l'analyse des réponses des étudiants à cet item a été retirée du chapitre VIII en raison de l'ambiguïté de sa formulation qui fait qu'il ne nous apporte pas d'information précise utilisable (cf. chapitre IV section 1).

Pour cet item, nous ne faisons pas la distinction entre les exercices faits en classe ou en TD et les exercices préparés à la maison. Il s'agit des réponses des étudiants concernant la correction de tous les exercices confondus.

Globalement

Sur l'ensemble, en fin d'année préparatoire, la majorité des étudiants disent souvent ou toujours effacer ou raturer les erreurs qu'ils repèrent dans leurs réponses lors de la correction des exercices en classe.

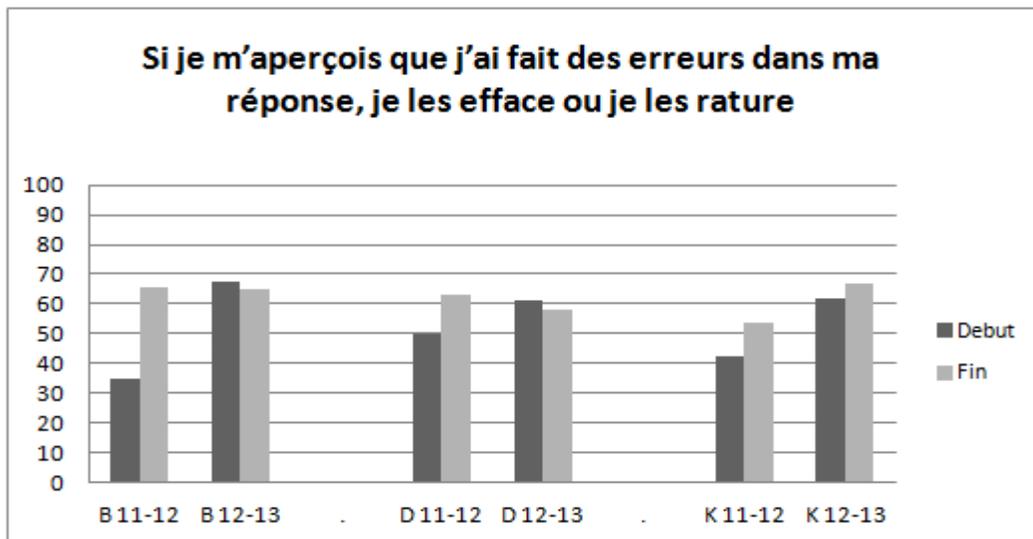


Diagramme en barres 57 : Lors de la correction des exercices en classe, si je m'aperçois que j'ai fait des erreurs dans ma réponse, je les efface ou je les rature

Nous notons une hausse significative sur l'ensemble (test de McNemar, p valeur=0,005). Cette hausse résulte sans doute de la hausse significative sur l'ensemble en 2011-2012 (test de McNemar, p valeur=0), où le taux en fin d'année préparatoire est à la hausse partout en comparaison avec le début de l'année, puisqu'en 2012-2013, les évolutions varient selon la classe. Toutefois, en général, nous observons une homogénéisation du taux autour de 60% (avec des différences négligeables) en fin d'année.

Par ailleurs, il n'y a pas de dépendance à signaler pour cet item.

Interprétations et conjectures

Le fait d'effacer ou de raturer les erreurs dans sa réponse est une pratique assez répandue partout, en moyenne plus en classe préparatoire qu'en Terminale, indépendamment de la voie, du lycée, du niveau et de la promotion. Nous cherchons dans les documents recueillis des étudiants des éléments interprétables.

Les réponses et notes de l'échantillon des étudiants

Voici les réponses des huit étudiants sélectionnés de la voie S de la promotion 2012-2013 à l'item en question.

prénom	lycée	Niveau en mathématiques en fin d'année de prépa	Si je m'aperçois que j'ai fait des erreurs dans ma réponse, je les efface ou je les rature.
Sébastien	D	moyen	Souvent
Julie	D	moyen	Toujours
Benjamin	D	moyen	Souvent
Yelena	D	faible	Jamais
Isabelle	K	moyen	Souvent
Justine	K	moyen	Toujours
Charlène	K	moyen	Parfois
Sophie	K	moyen	Jamais

Tableau 28 : Réponses des étudiants sélectionnés de voie S concernant la correction des exercices en classe

Nous constatons que les réponses de ces étudiants correspondent aux taux observés sur l'ensemble pour la voie S promotion 2012-2013. Nous avons alors cherché des preuves dans les documents des étudiants. Nous constatons qu'à part les exemples et exercices de cours qui sont intégrés dans les notes de cours des étudiants, les autres exercices sont notés sur des feuilles séparées réservées à cet effet. Il semble que ce soit un conseil des professeurs, voire même une exigence pour L.D. qui parfois ramasse ces feuilles pour quelques étudiants qu'elle choisit au hasard afin de vérifier que le travail demandé a été fait. Dans ces feuilles d'exercices, nous ne trouvons pas vraiment de ratures, les notes sont très "nettes" et organisées¹. Les exercices y sont rédigés souvent à l'identique pour les quatre étudiants de chaque classe, avec éventuellement quelques différences pour certains exercices.

¹ Rappelons qu'il s'agit d'étudiants qui étaient volontaires pour nous donner leurs cahiers. Ils ne l'auraient sans doute pas fait si leurs notes n'étaient pas "propres" et bien tenues.

Nous proposons alors deux scénarios possibles :

1. les étudiants travaillent les exercices (en classe ou pas) et les complètent lors de la correction en apportant des précisions ou effacent les erreurs pour les remplacer par le corrigé, ce qui expliquerait les éventuelles différences entre les notes des étudiants ;
2. les étudiants préparent les exercices sur un brouillon ou ne les préparent pas du tout puis recopient au propre la correction mot à mot du tableau, ce qui expliquerait la ressemblance entre les notes des étudiants.

Annexe 10 : Polycopié du professeur sur les matrices

Polycopié de cours et fiche d'exercices de L.D.

Matrices

1. Ecriture d'une matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.
2. Définition et expression des coefficients des matrices : identité, diagonales, triangulaires, symétriques, antisymétriques, transposée.
3. Produit de matrices de « tailles compatibles ». Propriétés et pièges.
4. Base canonique de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.
5. Définition des puissances d'une matrice carrée. Cas particulier des matrices diagonales.
6. Formule du binôme pour des matrices qui commutent.
7. Définition d'une matrice inversible. Cas concrets d'une matrice diagonale, d'une matrice triangulaire, d'une matrice carrée de taille 2.
8. Inverse de AB , de tA .
9. Matrice inversible et système de Cramer : quelle est la propriété à ce sujet ? savoir la mettre en œuvre pour la détermination pratique d'un inverse.
10. Comment obtient-on la matrice des vecteurs v_1, v_2, \dots, v_p dans la base $\mathcal{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$?
11. Comment obtient-on la matrice de u application linéaire de E dans F relativement aux bases \mathcal{B}_1 de E et \mathcal{B}_2 de F ?
12. Règles donnant $Mat(Id)$, $Mat(u+v)$, $Mat(\lambda u)$, $Mat(v \circ u)$.
13. Ecriture matricielle de « $u(x) = y$ ».
14. Propriété ramenant l'étude de la bijectivité de u et l'obtention de u^{-1} à des questions matricielles.
15. Approfondissement : savoir démontrer que ${}^t(AB) = {}^tB {}^tA$; isomorphisme de $L(E, F)$ dans $\mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$.
16. « Ficher » les questions classiques.

Le mot *matrice* est formé sur le mot latin *mater*, *mère*. Il apparaît en français au XIII^e siècle dans son sens anatomique d'utérus. Cependant, comme on enregistrait les enfants à la naissance, le mot désigna bientôt le registre où on les inscrit (pensez alors à *matricule*, *immatriculation*).

Les matrices apparaissent avec Cauchy, et surtout avec Cayley en 1845. C'est tout naturellement que ce dernier nomme *matrice* le tableau où l'on enregistre les composantes des applications linéaires.

Source : [Les mots et les maths](#), Bertrand Hauchecorne.

Dans tout le chapitre, $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ ou \mathbb{C} , et n et $p \in \mathbb{N}^*$. Exceptionnellement, dans ce chapitre, nous ne suivrons pas l'ordre chronologique d'introduction des notions, des démonstrations, afin de présenter un cours structuré en une partie purement *calculatoire* et une partie *liens avec les applications linéaires*.

1 Qu'est-ce qu'une matrice ?

DÉFINITION 1 On appelle matrice à coefficients dans \mathbb{K} à n lignes et p colonnes un tableau A de scalaires de \mathbb{K} , comportant n lignes et p colonnes.

On note $a_{i,j}$ le coefficient de la i^e ligne et j^e colonne.

$$A = \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & \dots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & \dots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & \dots & a_{n,p} \end{pmatrix} \quad \text{On note } A = (a_{i,j})_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq p}$$

$\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ désigne l'ensemble des matrices à coefficients dans \mathbb{K} à n lignes et p colonnes ; dans le cas où $p = n$, la notation devient $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$.

Dans le cas où $n = 1$, A est une matrice ligne ou vecteur ligne ;

dans le cas où $p = 1$, A est une matrice colonne ou vecteur colonne ;

dans le cas où $n = p$, on dit que A est une matrice carrée.

On note souvent L_1, L_2, \dots, L_n les lignes et C_1, C_2, \dots, C_p les colonnes de $A \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.

2 Matrices particulières

2.1 matrices nulles

La matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ remplie de zéros est notée $O_{n,p}$ ou O .

2.2 matrices identité

DÉFINITION 2 La matrice identité de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$, notée I_n ou I , est la matrice carrée de taille n comportant des 1 sur la diagonale, des 0 ailleurs.

Ses coefficients sont donnés par
$$\begin{cases} m_{i,i} = 1 \\ m_{i,j} = 0 \text{ pour } i \neq j \end{cases} .$$

2.3 matrices diagonales

DÉFINITION 3 Une matrice carrée D est diagonale si tous ses coefficients hors de la diagonale sont nuls. Ses coefficients vérifient

$$\begin{cases} d_{i,j} = 0 \quad \forall i \neq j \\ d_{i,i} \in \mathbb{K} \end{cases} .$$

2.4 matrices triangulaires

DÉFINITION 4 Une matrice carrée T est triangulaire supérieure si ses termes situés sous la diagonale sont nuls. Ses coefficients vérifient $t_{i,j} = 0$ pour $i > j$.

Une matrice carrée T est triangulaire inférieure si ses termes situés au-dessus de la diagonale sont nuls. Ses coefficients vérifient $t_{i,j} = 0$ pour $i < j$.

Exemples : $\begin{pmatrix} 1 & 4 & 12 \\ 0 & 3 & 10 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ et $\begin{pmatrix} 0 & 3 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ sont des matrices triangulaires.

2.5 matrices transposées

DÉFINITION 5 On appelle matrice transposée d'une matrice $M \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$, la matrice ${}^tM \in \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$ de coefficients $(m'_{i,j})_{1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq n}$ donnés par $m'_{i,j} = m_{j,i}$.

DÉFINITION 6 Une matrice carrée S est symétrique si $s_{i,j} = s_{j,i}$, $\forall i, \forall j$.

Une matrice symétrique est donc une matrice égale à sa transposée.

On note $\mathcal{S}_n(\mathbb{K})$ le sous-ensemble de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ constitué des matrices symétriques.

DÉFINITION 7 Une matrice carrée A est antisymétrique si $a_{i,j} = -a_{j,i}$, $\forall i, \forall j$. Une matrice antisymétrique est donc une matrice égale à l'opposé de sa transposée.

3 Calcul matriciel

Toutes les définitions des calculs dans $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ trouvent leur justification (ou motivation !) dans le lien avec les applications linéaires, que nous verrons plus loin.

3.1 espace vectoriel de matrices

DÉFINITION-PROPOSITION 1 $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ muni des lois interne (+) et externe (.) définies par :

$$\begin{cases} A + B \text{ est la matrice de } \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K}) \text{ de terme général : } m_{i,j} = a_{i,j} + b_{i,j} \\ \lambda.A \text{ est la matrice de } \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K}) \text{ de terme général : } m_{i,j} = \lambda a_{i,j} \end{cases}$$

est un \mathbb{K} -espace vectoriel.

Exemples : $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 6 & 5 & 4 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 10 & 10 & 10 \\ 16 & 16 & 16 \end{pmatrix}$ et $-2 \times \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2 & -4 \\ -8 & 0 \end{pmatrix}$

Pour A et $B \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$, l'équation $2X + 3A = 5B$ se résout en $X = \frac{1}{2}(5B - 3A)$.

PROPOSITION 1 $E_{i,j}$ est la matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ dont tous les coefficients sont nuls sauf le coefficient en i^e ligne, j^e colonne, qui vaut 1.

La famille $(E_{i,j})_{1 \leq i \leq n; 1 \leq j \leq p}$ est une base de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.

$\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ est donc un \mathbb{K} -espace vectoriel de dimension finie np .

3.2 produit de deux matrices

DÉFINITION 8 Soient $A \in \mathcal{M}_{q,p}(\mathbb{K})$ et $B \in \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$. Le produit de A par B , noté $A \times B$ ou AB , désigne la matrice P de $\mathcal{M}_{q,n}(\mathbb{K})$ de terme général :

$$p_{i,j} = \sum_{k=1}^p a_{i,k} b_{k,j}$$

obtenue dans la pratique comme produit des lignes de A par les colonnes de B :

$$AB = \begin{pmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \dots \\ L_q \end{pmatrix} \times (C_1 \ C_2 \ \dots \ C_n) = \begin{pmatrix} L_1 \times C_1 & L_1 \times C_2 & \dots & L_1 \times C_n \\ L_2 \times C_1 & L_2 \times C_2 & \dots & L_2 \times C_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ L_q \times C_1 & L_q \times C_2 & \dots & L_q \times C_n \end{pmatrix}$$

où $L \times C = (\ell_1 \ \ell_2 \ \dots \ \ell_p) \times {}^t (c_1 \ c_2 \ \dots \ c_p) = \ell_1 c_1 + \ell_2 c_2 + \dots + \ell_p c_p$.

PROPOSITION 2

1. Soit $A \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$.

On a $A \times I_p = A = I_n \times A$ et $A \times 0_p = 0_n \times A = 0_{n,p}$.

2. pour B et C matrices de tailles « compatibles », on a :

$A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$ (sans modifier l'ordre!)

$A \times (B + C) = A \times B + A \times C$ et $(A + B) \times C = A \times C + B \times C$

$\lambda.(A \times B) = (\lambda.A) \times B = A \times (\lambda.B)$

3. ATTENTION !

On n'a pas en général de lien entre AB et BA .

$AB = 0$ n'entraîne pas la nullité d'une des deux matrices.

$AB = AC$ ne se simplifie pas en général.

Exercice : $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & -2 \end{pmatrix}$. Calculer AB et BA . Commenter.

3.3 propriétés relatives à la transposée

PROPOSITION 3 Pour A et $B \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$, $\lambda \in \mathbb{K}$, on a ${}^t(A+B) = {}^tA + {}^tB$; ${}^t(\lambda A) = \lambda {}^tA$; ${}^t({}^tA) = A$.

PROPOSITION 4 Pour $A \in \mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ et $B \in \mathcal{M}_{p,q}(\mathbb{K})$, on a ${}^t(AB) = {}^tB {}^tA$.

4 Puissances d'une matrice carrée

4.1 définition et propriétés

DÉFINITION 9 Soit $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ et $k \in \mathbb{N}^*$. On définit :
$$\begin{cases} A^0 = I_n \\ A^k = A \times A \times \dots \times A \text{ (} k - 1 \text{ produits)} \end{cases}$$

Exercice : développer, pour A et B appartenant à $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$, $(A - I)(A + B - 3I)$.

PROPOSITION 5 Pour λ réel, on a $(\lambda A)^k = \lambda^k A^k$, $\forall k \in \mathbb{N}$.

PROPOSITION 6 (puissance d'une matrice diagonale)

Soit $A = \begin{pmatrix} d_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & d_n \end{pmatrix}$ une matrice diagonale. Pour $k \in \mathbb{N}$, on a $A^k = \begin{pmatrix} d_1^k & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & d_n^k \end{pmatrix}$.

Démonstration par récurrence sur k .

4.2 matrices qui commutent

DÉFINITION 10 On dit que deux matrices A et B de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ commutent si $A \times B = B \times A$.

PROPOSITION 7 Soient A et B deux matrices qui commutent. On a :

- toute puissance de A commute avec toute puissance de B :

pour k et n entiers naturels, $A^n B^k = B^k A^n$.

- $\forall n \in \mathbb{N}$, $(AB)^n = A^n B^n = B^n A^n$.

PROPOSITION 8 (formule du binôme) Soient A et B deux matrices qui COMMUTENT.

Pour tout entier naturel n , on a : $(A + B)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} A^k B^{n-k}$.

4.3 exercices-type

Exercice-type 1 : Soit $M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -3 & 4 & -3 \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

1. Calculer M^2 et trouver a et b tels que $M^2 = aM + bI$.
2. Calculer M^3 en fonction de M et I .
3. Montrer qu'il existe des suites $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ et $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$ telles que $\forall n \in \mathbb{N}$, on ait

$$M^n = a_n M + b_n I$$

et donner des relations entre a_{n+1} , b_{n+1} , a_n et b_n . Expliquer comment obtenir a_n et b_n .

Exercice-type 2 : Soit $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} = 2I + J$

1. Calculer les puissances de J .
2. En appliquant la formule du binôme, calculer les puissances de A .

5 Matrices (carrées) inversibles

5.1 définition

DÉFINITION-PROPOSITION 2 On dit que $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ est inversible s'il existe $B \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ telle que $AB = BA = I_n$.

B , qui est alors l'unique matrice à vérifier ces propriétés, est appelée inverse de A et est notée A^{-1} .

Pour que A soit inversible d'inverse B , il suffit en fait d'avoir $AB = I_n$ ou $BA = I_n$.

On note $GL_n(\mathbb{K})$ l'ensemble des matrices inversibles de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$.

Pour le fait que $AB = I \Rightarrow BA = I$, voir le chapitre Dimension finie.

5.2 cas d'une matrice diagonale ou triangulaire

PROPOSITION 9 Soit $D = \begin{pmatrix} d_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & d_n \end{pmatrix}$ une matrice diagonale.

D est inversible ssi $\forall i, d_i \neq 0$. Dans ce cas, son inverse est $D^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{d_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \frac{1}{d_n} \end{pmatrix}$

Application : la matrice nulle O_n est-elle inversible ? $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ est-elle inversible ?

PROPOSITION 10 (*caractérisation des matrices triangulaires inversibles, admis*)
 Soit $T \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ une matrice triangulaire.

$$T \in GL_n(\mathbb{K}) \text{ ssi tous les coefficients diagonaux de } T \text{ sont non nuls}$$

5.3 utilisation d'une relation portant sur A et I

1. Soit A une matrice vérifiant la relation $A^2 = A - I$. Montrer que A est inversible et donner son inverse.
2. Soit A une matrice différente de l'identité, vérifiant $A^4 = A^3$. Montrer que A n'est pas inversible.

PROPOSITION 11 (*inversibilité et inverse d'une matrice de $\mathcal{M}_2(\mathbb{K})$*)

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \text{ est inversible si et seulement si } ad - bc \neq 0. \text{ Dans ce cas } A^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{pmatrix} d & -b \\ -c & a \end{pmatrix}.$$

Démonstration : une démonstration possible utilise la propriété 14 (voir le livre Bréal algèbre page 169).
 Voici une autre démonstration possible, sous forme d'exercice.

1. Montrer que $A^2 = (a + d)A + (bc - ad)I$.
2. Dans le cas où $ad - bc \neq 0$, en déduire que A est inversible et donner son inverse.
3. Dans le cas où $ad - bc = 0$, raisonner par l'absurde en supposant que A est inversible et aboutir à une contradiction en utilisant 1.

5.4 propriétés diverses

PROPOSITION 12 Soient A et $B \in GL_n(\mathbb{K})$. On a :

$$A^{-1} \text{ est inversible et } (A^{-1})^{-1} = A;$$

$$\text{le produit } AB \text{ est inversible, d'inverse } (AB)^{-1} = B^{-1}A^{-1};$$

$$\forall p \in \mathbb{N}, A^p \text{ est inversible, d'inverse } (A^{-1})^p.$$

PROPOSITION 13 (*inverse d'une transposée*)

$$A \text{ est inversible si et seulement si } {}^tA \text{ est inversible. Dans ce cas, } ({}^tA)^{-1} = {}^t(A^{-1}).$$

5.5 détermination pratique de l'inversibilité d'une matrice

Le système linéaire $\begin{cases} 2x + 5y + z = 3 \\ 3x - y + 4z = 0 \end{cases}$ s'écrit $\begin{pmatrix} 2 & 5 & 1 \\ 3 & -1 & 4 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix}$

De manière générale, le système linéaire (S) : $\begin{cases} a_{1,1}x_1 + a_{1,2}x_2 + \dots + a_{1,p}x_p = b_1 \\ a_{2,1}x_1 + a_{2,2}x_2 + \dots + a_{2,p}x_p = b_2 \\ \dots \\ a_{n,1}x_1 + a_{n,2}x_2 + \dots + a_{n,p}x_p = b_n \end{cases}$ s'écrit matricielle-

ment $AX = B$, avec $A = (a_{i,j})$ matrice des coefficients du système, X la matrice colonne des inconnues et B la matrice colonne des termes constants. La propriété suivante sera démontrée en fin de chapitre.

PROPOSITION 14 *Soit $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$.*

A est inversible si et seulement si pour tout $Y \in \mathcal{M}_{n,1}(\mathbb{K})$, le système linéaire d'écriture matricielle $AX = Y$ est un système de Cramer.

Dans ce cas, la solution du système est donnée par $X = A^{-1}Y$.

Exercice-type : $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 4 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ est-elle inversible ? Si oui, donner son inverse.

6 Représentation matricielle d'une famille de vecteurs

DÉFINITION 11 *Soient E un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant une base $\mathcal{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ et (v_1, v_2, \dots, v_p) une famille de p vecteurs de E .*

On sait que chaque vecteur v_j s'écrit de manière unique : $v_j = \sum_{i=1}^n a_{i,j} b_i$, les $a_{i,j}$ étant les coordonnées de v_j dans la base \mathcal{B} .

La matrice de $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$ de coefficients $(a_{i,j})_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq p}$ s'appelle matrice de la famille (v_1, v_2, \dots, v_p) relativement à la base \mathcal{B} et se note $Mat_{\mathcal{B}}(v_1, v_2, \dots, v_p)$.

Schéma.

Exercice :

- Soient $P_1(X) = 1$, $P_2(X) = (2X - 3)^2$ et $P_3(X) = X^3 - 7$. Donner la matrice relativement à la base canonique \mathcal{B} de $\mathbb{R}_3[X]$ de (P_1, P_2, P_3) .
- Soient $v_1 = (5, 7)$ et $v_2 = (-1, 4)$.
Donner la matrice relativement à la base canonique \mathcal{B} de \mathbb{R}^2 de (v_1, v_2) . Même question relativement à la base \mathcal{B}' , où $\mathcal{B}' = ((0, 1), (1, 0))$. Même question relativement à la base \mathcal{B}'' , où $\mathcal{B}'' = ((3, 1), (1, -1))$.

7 Matrices et applications linéaires

7.1 isomorphisme entre $L(E, F)$ et $\mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$

DÉFINITION 12 Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels admettant respectivement les bases $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$ et $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$, et $u \in L(E, F)$. On sait que chaque vecteur $u(e_j)$ s'écrit de manière unique

$$u(e_j) = \sum_{i=1}^p a_{i,j} f_i \text{ où les } a_{i,j} \text{ sont les coordonnées de } u(e_j) \text{ dans la base } \mathcal{B}_2$$

La matrice de $\mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K})$ de coefficients $(a_{i,j})_{1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq n}$ s'appelle matrice de u relativement aux bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 et se note $Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$.

Dans le cas où $E = F$ et $\mathcal{B}_1 = \mathcal{B}_2$, on note $Mat_{\mathcal{B}_1}(u)$ à la place de $Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(u)$.

Schéma.

Exercice : Soient \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 les bases canoniques de \mathbb{R}^2 et \mathbb{R}^3 , et soit $u \in L(\mathbb{R}^2, \mathbb{R}^3)$ donné par $u(x, y) = (x + y, x + \sqrt{2}y, -x + 3y)$. Donner la matrice de u relativement aux bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 .

PROPOSITION 15 Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels admettant respectivement les bases $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$ et $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$.

$$\varphi : \begin{pmatrix} L(E, F) & \rightarrow & \mathcal{M}_{p,n}(\mathbb{K}) \\ u & \mapsto & Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) \end{pmatrix} \text{ est un isomorphisme.}$$

Lorsque $E = F$ et $\mathcal{B}_1 = \mathcal{B}_2$, on a $\varphi(Id_E) = I_n$.

7.2 utilisation des matrices

PROPOSITION 16 (matrice d'une composée d'applications linéaires)
Soient E un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant la base $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$,
 F un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant la base $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$,
 G un \mathbb{K} -espace vectoriel admettant la base $\mathcal{B}_3 = (g_1, g_2, \dots, g_q)$.
Soient $u \in L(E, F)$ et $v \in L(F, G)$. On a :

$$Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_3}(v \circ u) = Mat_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_3}(v) \times Mat_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$$

PROPOSITION 17 (écriture $Y = AX$ pour $y = u(x)$)

Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels admettant respectivement les bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 , et $u \in L(E, F)$.

On note $A = \text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$.

Pour $x \in E$ de coordonnées $(x_i)_{1 \leq i \leq n}$ dans la base \mathcal{B}_1 et X la matrice colonne $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$, les coordonnées de $u(x)$ dans la base \mathcal{B}_2 sont données par la matrice colonne $Y = AX$.

L'égalité $y = u(x)$ s'écrit matriciellement $Y = AX$.

Démonstration admise en cours. Notons $\mathcal{B}_1 = (e_1, e_2, \dots, e_n)$, $\mathcal{B}_2 = (f_1, f_2, \dots, f_p)$ et $A = (a_{i,j})$.

D'une part AX est le vecteur colonne de coefficients $y_i = \sum_{k=1}^p a_{i,k} x_k$. D'autre part, $u(x) = u(\sum_{j=1}^n x_j e_j) = \sum_{j=1}^n x_j u(e_j) = \sum_{j=1}^n x_j \sum_{i=1}^p a_{i,j} f_i = \sum_{i=1}^p (\sum_{j=1}^n a_{i,j} x_j) f_i$.

Exercice : Soit $u \in L(\mathbb{R}^3)$ de matrice dans la base canonique de \mathbb{R}^3 donnée par $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & -1 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}$.

1. Donner $\text{Im } u$.
2. Donner $\text{ker } u$.
3. Donner la matrice de $u \circ u$ relativement à la base canonique de \mathbb{R}^3 , puis l'expression analytique de $u \circ u$.

PROPOSITION 18 Soient E et F deux espaces vectoriels admettant respectivement les bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 , et $u \in L(E, F)$.

u est bijective ssi $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$ est inversible et dans ce cas, $\text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1}) = (\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u))^{-1}$

Démonstration : • supposons que u est un isomorphisme. On a alors $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1}) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(u \circ u^{-1}) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(\text{Id}_F) = I$.

• supposons $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$ inversible et notons v l'application linéaire de F dans E dont la matrice relativement aux bases \mathcal{B}_2 et \mathcal{B}_1 est $(\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u))^{-1}$.

On a alors : $\text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(u \circ v) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(v) = I$ donc $u \circ v = \text{Id}_F$, et $\text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(v \circ u) = \text{Mat}_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(v) \text{Mat}_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = I$, donc $v \circ u = \text{Id}_E$.

Donc $v \circ u = \text{Id}_E$ et $u \circ v = \text{Id}_F$ et u est un isomorphisme.

Démonstration de la propriété 14 :

• si A est inversible, alors $AX = Y$ devient $A^{-1}AX = A^{-1}Y$ soit $X = A^{-1}Y$.

• supposons que pour tout Y , le système d'écriture matricielle $AX = Y$ soit de Cramer. Soit u l'endomorphisme de matrice A relativement à la base canonique de \mathbb{K}^n . Soit $y \in \mathbb{K}^n$. L'équation $u(x) = y$ s'écrit matriciellement $AX = Y$, où X et Y sont les vecteurs colonnes des coordonnées respectives de x et y dans la base canonique de \mathbb{K}^n . Par hypothèse, ce "système" admet une unique solution X , donc il existe un unique $x \in \mathbb{K}^n$ tel que $u(x) = y$, et u est bijectif. Par la propriété 18, A est inversible dans ce cas.

Exercice 1 : soit $\Phi : \begin{pmatrix} \mathbb{R}_2[X] & \rightarrow & \mathbb{R}_2[X] \\ P & \mapsto & P - P' \end{pmatrix}$.

On admet que Φ est un endomorphisme.

1. Donner la matrice A de Φ relativement à la base canonique de $\mathbb{R}_2[X]$.
2. Montrer que A est inversible et donner son inverse.
3. En déduire que Φ est un isomorphisme et donner son isomorphisme réciproque.

Exercice 2 :

Soit $\varphi : \begin{pmatrix} \mathbb{R}_2[X] & \rightarrow & \mathbb{R}_2[X] \\ P & \mapsto & Q \text{ donné par } Q(X) = P(X + 1) \end{pmatrix}$.

1. Montrer que φ est un isomorphisme de $\mathbb{R}_2[X]$ et donner φ^{-1} .
2. Donner la matrice A de φ relativement à la base canonique de $\mathbb{R}_2[X]$.
3. **En déduire** que A est inversible et donner son inverse.

Feuille d'exercices

Matrices

exercice 1 (*)

1. Ecrire les matrices A, B, C de $\mathcal{M}_4(\mathbb{K})$ de termes généraux : $a_{i,j} = i+j, b_{i,j} = ij$ et $c_{i,j} = |i-j|$.
2. Donner la forme générale des matrices M de terme général $m_{i,j}$ tel que :
 - a) $\forall i \neq j, m_{i,j} = 0$
 - b) $\forall i > j, m_{i,j} = 0$
 - c) $\forall i \leq j, m_{i,j} = 1$.

exercice 2 (*)

1. Donner les matrices transposées des matrices : $B = \begin{pmatrix} 10 & 2 & -5 \\ 9 & 7 & 3 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$
2. Calculer AB et BA avec : $A = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 5 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}$

exercice 3

Déterminer l'ensemble des matrices qui commutent avec $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

exercice 4 (**)

Soient $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$ et $d = \sum_{i=1}^n x_i^2$.

Calculer $X \cdot {}^t X$ et ${}^t X \cdot X$. Donner $(X \cdot {}^t X)^p$ pour $p \in \mathbb{N}^*$ en fonction de d , des x_i et de p .

exercice 5 (*)

A partir des relations suivantes, déterminer si $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ est inversible et si oui donner son inverse :

1. $2A^2 = 3I$
2. $5A^3 = 0$
3. $2A^2 - 3A - I = 0$
4. A non diagonale telle que $2A^2 = 5A$

exercice 6 (*)

Déterminer si les matrices suivantes sont inversibles, et si oui, donner leur inverse :

$$A = \begin{pmatrix} 5 & -1 \\ 10 & 2 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 6 & 4 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 & m & 2 \\ 0 & m & 4 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad D = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

réponse partielle $D^{-1} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & -5 \\ 1 & -5 & 7 \end{pmatrix}$

exercice 7 (*)

Soient $A = \begin{pmatrix} 8 & 0 & 1 \\ 9 & -1 & -2 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ et $B = \frac{1}{20} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -15 & 5 & 25 \\ 12 & -8 & -8 \end{pmatrix}$.

Vérifier que A est inversible d'inverse B . En déduire la résolution du système :
$$\begin{cases} 8x + z & = 1 \\ 9x - y - 2z & = 0 \\ 3x + y + z & = 0 \end{cases}$$

exercice 8 ()**

Pour α et β réels tels que $\alpha^2 \geq \beta^2$, on considère $M(\alpha, \beta) = \begin{pmatrix} \alpha & \beta & 0 \\ \beta & \alpha & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{\alpha^2 - \beta^2} \end{pmatrix}$.

1. Montrer que $M(\alpha, \beta) \cdot M(\alpha, -\beta) = (\alpha^2 - \beta^2)I$.
2. Donner une condition suffisante pour que $M(\alpha, \beta)$ soit inversible, et donner dans ce cas son inverse.
3. Donner une condition nécessaire et suffisante pour que $M(\alpha, \beta)$ soit inversible.

exercice 9 (*)**

On considère les matrices : $I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $U = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ $V = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

1. Pour tout entier naturel non nul n , calculer les matrices U^n et V^n .
2. Etablir, pour $n \in \mathbb{N}^*$, l'égalité : $(U - V)^n = \sum_{k=0}^n (-1)^k \binom{n}{k} U^{n-k} V^k$
3. En déduire, pour $n \in \mathbb{N}^*$, l'égalité : $(U - V)^n = \frac{1}{4}(3^n - (-1)^n)U + (-1)^n V^n$.

exercice 10 (*)

A/ Soit $f \in L(\mathbb{R}^3)$ de matrice A dans la base canonique de \mathbb{R}^3 , où $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -3 \\ -1 & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$. Déterminer une base de $\text{Ker } f$ et une base de $\text{Im } f$.

B/ Soit $f \in L(\mathbb{R}^3)$ de matrice A dans la base canonique de \mathbb{R}^3 , où $A = \begin{pmatrix} a+1 & 1 & 1 \\ 1 & a+1 & 1 \\ 1 & 1 & a+1 \end{pmatrix}$.

Déterminer $\text{Ker } f$. Dans le(s) cas où f n'est pas injective, déterminer une base de $\text{Ker } f$ et une base de $\text{Im } f$.

exercice 11 ()**

Soit (e_1, e_2, e_3, e_4) la base canonique de \mathbb{R}^4 . On définit l'endomorphisme φ de \mathbb{R}^4 par

$$\varphi(e_i) = e_{i+1} \text{ pour } 1 \leq i \leq 3 \text{ et } \varphi(e_4) = e_1$$

1. Montrer que φ est un automorphisme.
2. Donner la matrice A de φ dans la base canonique.
3. Donner l'application réciproque de φ . En déduire A^{-1} .

exercice 12 ()**

Soit $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$. On définit $f : \begin{pmatrix} \mathcal{M}_2(\mathbb{R}) & \rightarrow & \mathcal{M}_2(\mathbb{R}) \\ M & \mapsto & A \cdot {}^t M \end{pmatrix}$.

1. Montrer que f est un endomorphisme de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$.

2. On considère $\mathcal{B} = (E_{1,1}, E_{1,2}, E_{2,1}, E_{2,2})$ la base canonique de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$. Donner la matrice de f relativement à cette base.
3. f est-elle un automorphisme ?
4. Déterminer $\text{Ker } f$ et $\text{Im } f$. Donner une base de ces espaces.

exercice 13 ()**

Soit $f : \begin{pmatrix} \mathbb{R}_3[X] & \rightarrow & \mathbb{R}[X] \\ P & \mapsto & (X^2 + X + 1)P'' + (X + 1)P' + P \end{pmatrix}$.

1. Montrer que f est une application linéaire.
2. Calculer $f(X^k)$ pour $k \in \{0, 1, 2, 3\}$. En déduire que $f \in L(\mathbb{R}_3[X])$. Donner sa matrice relativement à la base canonique de $\mathbb{R}_3[X]$.
3. Montrer que f est bijective et donner l'antécédent par f de $Q(X) = X^3 + X^2 + X + 1$.

exercice 14 ()**

Soit $n \in \mathbb{N}^*$. Pour $A \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$, on définit la trace de A comme la somme de ses éléments diagonaux :

$$\text{Tr}(A) = \sum_{i=1}^n a_{i,i}$$

1. Montrer que Tr est une forme linéaire sur $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$.
2. Montrer que pour A et $B \in \mathcal{M}_n(\mathbb{K})$, $\text{Tr}(AB) = \text{Tr}(BA)$.
3. En déduire qu'il n'existe pas de matrices A et B de $\mathcal{M}_n(\mathbb{K})$ telles que $AB - BA = I_n$.

exercice 15 ()**

Soit $n \in \mathbb{N}^*$. On considère : $f : \begin{pmatrix} \mathbb{R}_n[X] & \rightarrow & \mathbb{R}_n[X] \\ P & \mapsto & P(X + 1) - P(X) \end{pmatrix}$

On admet que f est une application linéaire.

1. Donner la matrice A de f dans la base canonique de $\mathbb{R}_n[X]$.
2. f est-elle un automorphisme ?
3. Donner $\text{Im } f$ et $\text{Ker } f$.

exercice 16 ()**

On définit l'application f sur $\mathbb{R}[X]$ par : $f(P)$ est le reste dans la division euclidienne de XP par $X^2 - 1$.

1. Montrer que f est une application linéaire de $\mathbb{R}[X]$ dans $\mathbb{R}_1[X]$. Montrer que $\text{Im } f = \mathbb{R}_1[X]$.
2. Soit $n \geq 1$. On note f_n la restriction de f à $\mathbb{R}_n[X]$. Déterminer la matrice de f_n relativement à la base canonique de $\mathbb{R}_n[X]$.

exercice 17 : Matrices et probabilités : grand classique! ()**

Le territoire de chasse d'un loup se compose de trois alpages : A , B et C . Le premier jour, il a autant de chances d'être dans chacun des trois alpages. Il se déplace selon les règles suivantes :

- il ne mange jamais deux jours de suite au même endroit ;
- si, un jour donné, il se repaît dans l'alpage A , il ira chercher les moutons le lendemain dans l'alpage B ;

- s'il est un jour donné dans l'alpage B ou dans l'alpage C , il y a deux fois plus de chances pour que le lendemain il rôde dans l'alpage A plutôt que dans l'alpage restant.

Le but du problème est de répondre à la question : quel est l'alpage le plus sûr pour les moutons ?

Partie I : probabilités

On considère les événements :

A_n : « le loup est dans l'alpage A le jour n »

B_n : « le loup est dans l'alpage B le jour n »

C_n : « le loup est dans l'alpage C le jour n »

et on note a_n , b_n et c_n leurs probabilités respectives.

1. Que valent a_1 , b_1 et c_1 ?
2. Calculer la probabilité de chacun des déplacements possibles du jour n au jour $n + 1$.
3. En utilisant la formule des probabilités totales, donner a_{n+1} en fonction de a_n , b_n et c_n . De même, donner les relations de récurrence vérifiées par b_n et c_n .
4. Ecrire matriciellement le système obtenu (on introduira $X_n = \begin{pmatrix} a_n \\ b_n \\ c_n \end{pmatrix}$). Donner matriciellement X_n en fonction de X_1 .

Partie II : calcul matriciel

Soient $A = \begin{pmatrix} 0 & 2/3 & 2/3 \\ 1 & 0 & 1/3 \\ 0 & 1/3 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 8 & 0 & 1 \\ 9 & -1 & -2 \\ 3 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 1/20 & 1/20 & 1/20 \\ -3/4 & 1/4 & 5/4 \\ 3/5 & -2/5 & -2/5 \end{pmatrix}$.

1. Calculer les produits BC et $D = CAB$ (réponse $D = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{3} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{2}{3} \end{pmatrix}$).
2. En déduire A en fonction de B , C et D .
3. Calculer D^n puis A^n .
4. En déduire que :

$$\begin{cases} a_n = \frac{8}{20} - \frac{1}{15} \left(-\frac{2}{3}\right)^{n-1} \\ b_n = \frac{9}{20} - \frac{1}{4} \left(-\frac{1}{3}\right)^{n-1} + \frac{2}{15} \left(-\frac{2}{3}\right)^{n-1} \\ c_n = \frac{3}{20} + \frac{1}{4} \left(-\frac{1}{3}\right)^{n-1} - \frac{1}{15} \left(-\frac{2}{3}\right)^{n-1} \end{cases}$$

5. Répondre au problème posé.

exercice 18 (*)

Un spot lumineux se déplace entre trois points de la façon suivante :

- à l'instant 0, il est en A ;
- si à l'instant n , il est en A , il y reste à l'instant $n + 1$ avec probabilité $\frac{1}{3}$, ou va en B , avec la probabilité $\frac{2}{3}$;
- si à l'instant n , il est en B , à l'instant $n + 1$, il va en A avec probabilité $\frac{1}{4}$, reste en B avec la probabilité $\frac{1}{2}$, va en C avec la probabilité $\frac{1}{4}$;
- quand le spot est en C , il y reste.

On note A_n (respectivement B_n et C_n) les événements « le spot est en A (respectivement en B , en C) à l'instant n ».

1. Montrer qu'il existe une matrice carrée d'ordre 2, notée M , telle que $\forall n \in \mathbb{N}$,

$$\begin{pmatrix} P(A_{n+1}) \\ P(B_{n+1}) \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} P(A_n) \\ P(B_n) \end{pmatrix}$$

2. Vérifier que $M^2 = \frac{5}{6}M$. En déduire les puissances de M , puis les expressions de $P(A_n)$ et $P(B_n)$.
3. On note S_n l'événement « le point lumineux se trouve en C pour la première fois à l'instant n ». Déterminer $P(S_n)$.
4. Montrer que presque sûrement le spot lumineux atteint le point C .

exercice 19 ()**

E désigne l'ensemble des matrices de $\mathcal{M}_5(\mathbb{K})$ de la forme $A = \begin{pmatrix} a+b & 0 & 0 & 0 & b \\ b & a & 0 & 0 & b \\ b & 0 & a & 0 & b \\ b & 0 & 0 & a & b \\ b & 0 & 0 & 0 & a+b \end{pmatrix}$ où a et b

sont des réels. On note J l'élément de E obtenu pour $a = 0$ et $b = 1$.

1. Montrer que E est un s.e.v. de $\mathcal{M}_5(\mathbb{K})$ et en donner une base.
2. Calculer les puissances de J .
3. Soit $A = aI + bJ \in E$.
Calculer A^n , pour $n \in \mathbb{N}$, en fonction de I et J , en utilisant la formule du binôme.
4. Soit $A = aI + bJ \in E$. Montrer que A est inversible ssi $a(a + 2b) \neq 0$.

Polycopié de cours et fiche d'exercices de Z.H.

Matrices

Dans ce chapitre, \mathbb{K} désigne \mathbb{R} ou \mathbb{C} .

1 Espace $M_{n,p}(\mathbb{K})$

Dans ce paragraphe, on fixe deux entiers naturels non nuls n et p .

1.1 Présentation

Une matrice à n lignes et p colonnes est un tableau de nombres ayant n lignes et p colonnes. Se donner une telle matrice, c'est donc se donner np scalaires, en précisant l'emplacement de chacun de ces scalaires (le numéro de ligne et le numéro de colonne). Plus formellement :

Définition

On appelle **matrice** de taille (n, p) toute application de $\llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket$ dans \mathbb{K} .

Soit A une matrice de taille (n, p) . Pour $(i, j) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket$, notons $a_{ij} = A(i, j)$ le coefficient en position (i, j) . On écrit alors :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1p} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{np} \end{pmatrix}.$$

On dit que A est une matrice à n lignes et p colonnes ; a_{ij} est le scalaire à l'intersection de la $i^{\text{ème}}$ ligne et de la $j^{\text{ème}}$ colonne. On note aussi

$$A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}.$$

Notation. On note $M_{n,p}(\mathbb{K})$ l'ensemble des matrices à n lignes et p colonnes.

Exemple. Soient

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 5 \\ \sqrt{2} & 0 & 0 & 4 \\ 1 & -3 & \pi & 0 \end{pmatrix}, \quad C = (-1 \quad -2 \quad 5 \quad 18), \quad D = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Alors $A \in M_{2,3}(\mathbb{K})$, $B \in M_{4,4}(\mathbb{K})$, $C \in M_{1,4}(\mathbb{K})$, $D \in M_{2,1}(\mathbb{K})$. En notant par exemple $A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq 2 \\ 1 \leq j \leq 3}}$ et $C = (c_{1j})_{1 \leq j \leq 4}$, on a

$$a_{11} = 1, \quad a_{21} = 4, \quad a_{23} = 6, \quad c_{13} = 5.$$

Vocabulaire

- Si $n = p$, on note $M_n(\mathbb{K}) = M_{n,n}(\mathbb{K})$, et on appelle **matrice carrée d'ordre n** tout élément de $M_n(\mathbb{K})$. Ainsi, pour l'exemple précédent, on notera plus simplement $B \in M_4(\mathbb{K})$.
- Si $n = 1$: on appelle matrice-ligne (à p colonnes) tout élément de $M_{1,p}(\mathbb{K})$.
- Si $p = 1$: on appelle matrice-colonne (à n lignes) tout élément de $M_{n,1}(\mathbb{K})$.

Remarques

- La matrice nulle est la matrice dont tous les coefficients sont nuls.
- Soient $A, B \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. Notons $A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$ et $B = (b_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$.
Dire que $A = B$, c'est dire que pour tout $(i, j) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket$, on a $a_{ij} = b_{ij}$.

Proposition

Si $A, B \in M_{n,p}(\mathbb{K})$, et $\lambda \in \mathbb{K}$, en notant $A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$ et $B = (b_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$, on pose

$$A + B = (a_{ij} + b_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}, \quad \lambda A = (\lambda a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}.$$

On définit ainsi une loi de composition interne $+$ et une loi externe \cdot .

Alors $(M_{n,p}(\mathbb{K}), +, \cdot)$ est un \mathbb{K} -espace vectoriel.

Démonstration. Exercice.

Remarque. Pour additionner deux matrices, il faut qu'elles aient la même taille.

Exemple. Soient

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ -4 & 3 & \sqrt{2} \end{pmatrix}.$$

Alors

$$A + B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 3 \\ 0 & 8 & 6 + \sqrt{2} \end{pmatrix}, \quad -2A = \begin{pmatrix} -2 & -4 & -6 \\ -8 & -10 & -12 \end{pmatrix}, \quad \sqrt{2}B = \begin{pmatrix} 2\sqrt{2} & 0 & 0 \\ -4\sqrt{2} & 3\sqrt{2} & 2 \end{pmatrix}.$$

1.2 Dimension de $M_{n,p}(\mathbb{K})$

On adopte les notations suivantes : pour chaque $(i_0, j_0) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket$, on note $E_{i_0 j_0} \in M_{n,p}(\mathbb{K})$ la matrice dont tous les coefficients sont nuls, sauf à l'emplacement (i_0, j_0) , où l'on met un 1.

On peut écrire : $E_{i_0 j_0} = (\delta_{i, i_0} \delta_{j, j_0})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$, en utilisant le symbole de Kronecker.

Exemple. Dans $M_{2,3}(\mathbb{R})$, on a

$$E_{11} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad E_{12} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad E_{23} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Posons $A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & \sqrt{3} \\ \pi & 0 & 0 \end{pmatrix}$, alors

$$\begin{aligned} A &= \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & \sqrt{3} \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \pi & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ &= 3 \cdot E_{11} + \sqrt{3} \cdot E_{13} + \pi \cdot E_{21}. \end{aligned}$$

Proposition

La famille $(E_{ij})_{(i,j) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket}$ est une base de $M_{n,p}(\mathbb{K})$.

Comme c'est une famille à np éléments, il résulte que $M_{n,p}(\mathbb{K})$ est de dimension finie et que $\dim M_{n,p}(\mathbb{K}) = np$.

Démonstration. Notons $\mathcal{F} = (E_{ij})_{(i,j) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket}$. • Montrons que la famille \mathcal{F} est génératrice de $M_{n,p}(\mathbb{K})$.

Soit $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. Notons $M = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$. Alors

$$M = \sum_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}} a_{ij} E_{ij} \in \text{Vect}(\mathcal{F}).$$

Comme ceci est valable pour tout $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$, on conclut que \mathcal{F} est génératrice de $M_{n,p}(\mathbb{K})$.

- Montrons que la famille \mathcal{F} est libre.

Soit $(\lambda_{ij})_{(i,j) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket} \in \mathbb{K}^{np}$ tel que $\sum_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}} \lambda_{ij} E_{ij} = 0$. Alors

$$0 = \sum_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}} \lambda_{ij} E_{ij} = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1p} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \dots & \lambda_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \lambda_{n1} & \lambda_{n2} & \dots & \lambda_{np} \end{pmatrix} = (\lambda_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$$

Cette dernière matrice doit être la matrice nulle, c'est à dire : $\forall (i, j) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket$, $\lambda_{ij} = 0$. C'est ce que l'on voulait montrer ; la famille \mathcal{F} est libre.

Finalement, \mathcal{F} est à la fois libre et génératrice de $M_{n,p}(\mathbb{K})$, c'est une base de $M_{n,p}(\mathbb{K})$. □

2 Matrice d'une famille de vecteurs dans une base

2.1 Matrice d'un vecteur dans une base

Soit E un \mathbb{K} -espace vectoriel de dimension finie non nulle. Notons $n = \dim E$.

Soit $\mathcal{B} = (b_1, \dots, b_n)$ une base de E . Alors, pour tout vecteur x de E , il existe un unique $(x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{K}^n$ tel que $x = \sum_{k=1}^n x_k b_k$. Les scalaires x_1, \dots, x_n sont les coordonnées (ou : composantes) de x dans la base \mathcal{B} .

Définition

On appelle **matrice du vecteur x dans la base \mathcal{B}** la matrice colonne $M_{\mathcal{B}}(x) = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$. Ainsi $M_{\mathcal{B}}(x) \in M_{n,1}(\mathbb{K})$.

Exemples

1. Prenons $E = \mathbb{R}^3$. Soit $\mathcal{B}_0 = (e_1, e_2, e_3)$ la base canonique de \mathbb{R}^3 . Posons

$$b_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad b_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad b_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Notons $\mathcal{B} = (b_1, b_2, b_3)$. Il est facile de vérifier que \mathcal{B} est libre. Ainsi \mathcal{B} est une famille libre de 3 vecteurs de \mathbb{R}^3 , avec $\dim \mathbb{R}^3 = 3$, donc \mathcal{B} est une base de \mathbb{R}^3 .

Posons $v = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}$. On a $v = 3e_1 + 2e_3$, et $v = b_1 + 2b_2 - b_3$, donc

$$M_{\mathcal{B}_0}(v) = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad M_{\mathcal{B}}(v) = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Par ailleurs, $e_2 = b_1 - b_2$, et $e_1 = b_1 - b_3$, donc

$$M_{\mathcal{B}}(e_2) = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad M_{\mathcal{B}}(e_1) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Posons $\mathcal{B}' = (b_1, b_3, b_2)$. C'est une base de \mathbb{R}^3 , et $M_{\mathcal{B}'}(v) = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}$.

2. Prenons $E = \mathbb{R}_3[X]$. Posons $\mathcal{B}_0 = (1, X, X^2, X^3)$ et $\mathcal{B}_1 = (1, X - 1, (X - 1)^2, (X - 1)^3)$. On sait que \mathcal{B}_0 est une base de $\mathbb{R}_3[X]$. Comme \mathcal{B}_1 est une famille libre (car famille de polynômes à degrés échelonnés) à 4 éléments, avec $4 = \dim \mathbb{R}_3[X]$, c'est aussi une base de $\mathbb{R}_3[X]$.

Soit $P = 2X^3 - X^2 - 4X + 3$. On a $M_{\mathcal{B}_0}(P) = \begin{pmatrix} 3 \\ -4 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}$. On cherche maintenant $M_{\mathcal{B}_1}(P)$.

• Soit $(\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) \in \mathbb{R}^4$. On a les équivalences

$$\begin{aligned} P &= \lambda_0 + \lambda_1(X - 1) + \lambda_2(X - 1)^2 + \lambda_3(X - 1)^3 \\ \iff P &= \lambda_0 + \lambda_1(X - 1) + \lambda_2(X^2 - 2X + 1) + \lambda_3(X^3 - 3X^2 + 3X - 1) \\ \iff 2X^3 - X^2 - 4X + 3 &= \lambda_3 X^3 + (\lambda_2 - 3\lambda_3)X^2 + (\lambda_1 - 2\lambda_2 + 3\lambda_3)X + (\lambda_0 - \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) \\ \iff \begin{cases} \lambda_3 = 2 \\ \lambda_2 - 3\lambda_3 = -1 \\ \lambda_1 - 2\lambda_2 + 3\lambda_3 = -4 \\ \lambda_0 - \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 3 \end{cases} \end{aligned}$$

Ce système se résout facilement, et on trouve $\lambda_0 = 0$, $\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 5$ et $\lambda_3 = 2$. Ainsi $P = 5(X - 1)^2 + 2(X - 1)^3$, et

$$M_{\mathcal{B}_1}(P) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix}.$$

Plus généralement, pour tout polynôme $a_3 X^3 + \dots + a_0 \in \mathbb{R}_3[X]$, avec $(a_0, \dots, a_3) \in \mathbb{R}^4$, on peut raisonner de façon similaire par équivalences, et montrer que pour $(\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) \in \mathbb{R}^4$,

$$a_3 X^3 + a_2 X^2 + a_1 X + a_0 = \lambda_0 + \lambda_1(X - 1) + \lambda_2(X - 1)^2 + \lambda_3(X - 1)^3 \iff \begin{cases} \lambda_3 = a_3 \\ \lambda_2 - 3\lambda_3 = a_2 \\ \lambda_1 - 2\lambda_2 + 3\lambda_3 = a_1 \\ \lambda_0 - \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = a_0 \end{cases}.$$

Ce système se résout facilement.

• On peut aussi utiliser la structure particulière des polynômes, en faisant appel à la formule de Taylor pour les polynômes, qui donne une méthode de calcul des coordonnées de P dans la base \mathcal{B}_1 : on sait que puisque $\deg(P) = 3$,

$$P = \sum_{k=0}^3 \frac{P^{(k)}(1)}{k!} (X - 1)^k.$$

Il reste à calculer $P(1) = 0$, $P'(1) = 0$, $P''(1) = 10$, $P'''(1) = 12$.

Remarque. Avec les notations de l'exemple 2, l'ensemble des polynômes de $\mathbb{R}_3[X]$ qui admettent 1 pour racine est

l'ensemble des polynômes Q de $\mathbb{R}_3[X]$ tels que $M_{\mathcal{B}_1}(Q)$ soit de la forme $\begin{pmatrix} 0 \\ \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix}$, avec $(\alpha, \beta, \gamma) \in \mathbb{R}^3$.

L'ensemble des polynômes de $\mathbb{R}^3[X]$ dont 1 est une racine d'ordre au moins deux est l'ensemble des polynômes Q de

$\mathbb{R}_3[X]$ tels que $M_{\mathcal{B}_1}(Q)$ soit de la forme $\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix}$, avec $(\beta, \gamma) \in \mathbb{R}^2$, etc... Avec ce que l'on vient de voir, on sait que P

admet 1 comme racine double. On a plus précisément

$$P = 5(X - 1)^2 + 2(X - 1)^3 = (X - 1)^2(5 + 2(X - 1)) = (X - 1)^2(2X + 3).$$

Proposition

Soient $x, y \in E$. Soit $\lambda \in \mathbb{K}$. Alors

$$M_{\mathcal{B}}(x+y) = M_{\mathcal{B}}(x) + M_{\mathcal{B}}(y) \quad \text{et} \quad M_{\mathcal{B}}(\lambda x) = \lambda M_{\mathcal{B}}(x).$$

Démonstration. Notons $M_{\mathcal{B}}(x) = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$ et $M_{\mathcal{B}}(y) = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$. Cela signifie $x = x_1 b_1 + \dots + x_n b_n$ et $y = y_1 b_1 + \dots + y_n b_n$,

donc

$$x+y = (x_1+y_1)b_1 + \dots + (x_n+y_n)b_n,$$

autrement dit les coordonnées de $x+y$ dans la base \mathcal{B} sont x_1+y_1, \dots, x_n+y_n (dans cet ordre), d'où le résultat. On raisonne de même pour λx . \square

Exemple. Reprenons l'exemple 2 précédent. On a

$$1 = 1, \quad X = (X-1) + 1, \quad X^2 = (X-1)^2 + 2(X-1) + 1, \quad X^3 = (X-1)^3 + 3(X-1)^2 + 3(X-1) + 1.$$

Donc

$$\begin{aligned} P &= 2X^3 - X^2 - 4X + 3 \\ &= 2((X-1)^3 + 3(X-1)^2 + 3(X-1) + 1) - ((X-1)^2 + 2(X-1) + 1) - 4((X-1) + 1) + 3 \\ &= 2(X-1)^3 + 5(X-1)^2. \end{aligned}$$

La version matricielle de ce calcul est (relativement à la base \mathcal{B}_1)

$$\begin{aligned} M_{\mathcal{B}_1}(P) &= M_{\mathcal{B}_1}(2X^3 - X^2 - 4X + 3) \\ &= 2M_{\mathcal{B}_1}(X^3) - M_{\mathcal{B}_1}(X^2) - 4M_{\mathcal{B}_1}(X) + 3M_{\mathcal{B}_1}(1) \\ &= 2 \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} - 4 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + 3 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Plus généralement, pour $(a_0, \dots, a_3) \in \mathbb{R}^4$,

$$M_{\mathcal{B}_1}(a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3) = a_0M_{\mathcal{B}_1}(1) + a_1M_{\mathcal{B}_1}(X) + a_2M_{\mathcal{B}_1}(X^2) + a_3M_{\mathcal{B}_1}(X^3).$$

Ainsi la connaissance de $M_{\mathcal{B}_1}(1), M_{\mathcal{B}_1}(X), M_{\mathcal{B}_1}(X^2), M_{\mathcal{B}_1}(X^3)$ permet, parce que $(1, X, X^2, X^3)$ est une base de $\mathbb{R}^3[X]$, de calculer $M_{\mathcal{B}_1}(Q)$ pour tout $Q \in \mathbb{R}_3[X]$. D'où l'intérêt de calculer les matrices dans une base de tous les vecteurs d'une famille de vecteurs (cf. paragraphe suivant), en particulier si la famille en question est elle-même une base de l'espace considéré.

Proposition

L'application linéaire

$$\begin{aligned} E &\longrightarrow M_{n,1}(\mathbb{K}) \\ x &\longmapsto M_{\mathcal{B}}(x) \end{aligned}$$

est un isomorphisme.

Démonstration. Notons φ cette application. Pour $i \in \llbracket 1, n \rrbracket$, on a $\varphi(b_i) = E_{i1}$. Or (E_{11}, \dots, E_{n1}) est une base de $M_{n,1}(\mathbb{K})$, donc φ envoie une base sur une base : on a vu que ceci entraîne que φ est un isomorphisme.

De façon plus concrète : si l'on choisit $X \in M_{n,1}(\mathbb{K})$, soit $(x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{K}^n$ tel que $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$. Alors en posant

$x = \sum_{i=1}^n x_i b_i$, on a $M_{\mathcal{B}}(x) = X$. Ainsi φ est surjective. Comme $\dim E = \dim M_{n,1}(\mathbb{K})$, cela suffit à conclure que φ est un isomorphisme, mais il est aussi immédiat de vérifier que $\text{Ker } \varphi = \{0\}$.

2.2 Matrice d'une famille finie de vecteurs dans une base

Soit E un \mathbb{K} -ev de dimension $n \in \mathbb{N}^*$. Soit $\mathcal{B} = (b_1, \dots, b_n)$ une base de E .

Soit $p \in \mathbb{N}^*$. Soit (v_1, \dots, v_p) une famille de vecteurs de E . Pour chaque $j \in \llbracket 1, p \rrbracket$, $M_{\mathcal{B}}(v_j)$ est une matrice colonne (à n lignes). Pour constituer la matrice de la famille (v_1, \dots, v_p) , on se contente de mettre côte à côte les p colonnes correspondant aux p vecteurs v_1, \dots, v_p (en respectant l'ordre des vecteurs dans la famille) : cela donne la définition suivante, où l'on conserve ces notations.

Définition

Notons, pour $j \in \llbracket 1, p \rrbracket$, $M_{\mathcal{B}}(v_j) = \begin{pmatrix} a_{1j} \\ a_{2j} \\ \vdots \\ a_{nj} \end{pmatrix}$ (i.e. $v_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} b_i$).

La matrice de la famille (v_1, \dots, v_p) dans la base \mathcal{B} est la matrice notée $M_{\mathcal{B}}(v_1, \dots, v_n)$, définie par

$$M_{\mathcal{B}}(v_1, \dots, v_n) = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq n}}.$$

C'est une matrice à n lignes et p colonnes.

Exemple. Dans l'exemple 1 du paragraphe précédent, on avait travaillé avec une base $\mathcal{B} = (b_1, b_2, b_3)$ de \mathbb{R}^3 . Posons

$$\begin{aligned} v_1 &= b_1 + 2b_2 + 3b_3 \\ v_2 &= 4b_1 + 5b_2 + 6b_3 \\ v_3 &= -b_1 - b_2 - b_3 \\ v_4 &= -2b_1 + b_3 \\ v_5 &= -5b_2 - 7b_3 \end{aligned}$$

Alors

$$M_{\mathcal{B}}(v_1, v_2, v_3, v_4, v_5) = \begin{pmatrix} 1 & 4 & -1 & -2 & 0 \\ 2 & 5 & -1 & 0 & -5 \\ 3 & 6 & -1 & 1 & -7 \end{pmatrix}.$$

Cas particulier

Avec les notations de la définition, supposons que $p = n$ et que la famille (v_1, \dots, v_n) soit une base de E . Notons $\mathcal{B}' = (v_1, \dots, v_n)$.

La matrice $M_{\mathcal{B}}(v_1, \dots, v_n) = M_{\mathcal{B}}(\mathcal{B}')$ est appelée **matrice de passage de la base \mathcal{B} à la base \mathcal{B}'** (on exprime les coordonnées de vecteurs de \mathcal{B}' dans la base \mathcal{B}). On peut noter

$$\text{Pass}(\mathcal{B}, \mathcal{B}') = M_{\mathcal{B}}(\mathcal{B}').$$

Exemples

1. On reprend l'exemple 1 du paragraphe précédent. On avait $\mathcal{B} = (b_1, b_2, b_3)$, avec $b_1 = e_1 + e_2 + e_3$, $b_2 = e_1 + e_3$, $b_3 = e_2 + e_3$. \mathcal{B} est une base, et

$$\text{Pass}(\mathcal{B}_0, \mathcal{B}) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

On a aussi $e_1 = b_1 - b_3$, $e_2 = b_1 - b_2$, puis $e_3 = b_1 - e_1 - e_2 = -b_1 + b_2 + b_3$, donc

$$\text{Pass}(\mathcal{B}, \mathcal{B}_0) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

2. On reprend l'exemple 2 du paragraphe précédent, où l'on avait deux bases

$$\mathcal{B}_0 = (1, X, X^2, X^3) \quad \text{et} \quad \mathcal{B}_1 = (1, X - 1, (X - 1)^2, (X - 1)^3).$$

Comme $1 = 1$, $X - 1 = X - 1$, $(X - 1)^2 = X^2 - 2X + 1$, $(X - 1)^3 = X^3 - 3X^2 + 3X - 1$, on a

$$\text{Pass}(\mathcal{B}_0, \mathcal{B}_1) = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & -2 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & -3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Comme

$$1 = 1, \quad X = (X - 1) + 1, \quad X^2 = (X - 1)^2 + 2(X - 1) + 1, \quad X^3 = (X - 1)^3 + 3(X - 1)^2 + 3(X - 1) + 1,$$

on a

$$\text{Pass}(\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

3 Matrice d'une application linéaire dans des bases

Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels de dimension finie. Notons $p = \dim E$ et $n = \dim F$. On suppose que $p \neq 0$ et $n \neq 0$.

Soit $\mathcal{B}_1 = (b_1, \dots, b_p)$ une base de E . Soit $\mathcal{B}_2 = (\beta_1, \dots, \beta_n)$ une base de F .

Définition

Soit $u \in L(E, F)$.

On appelle **matrice de u relativement aux bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2** la matrice, relativement à la base \mathcal{B}_2 , de la famille de vecteurs $(u(b_1), \dots, u(b_p))$. On la note $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$:

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = M_{\mathcal{B}_2}(u(b_1), \dots, u(b_p)).$$

C'est une matrice à $n = \dim F$ lignes, et $p = \dim E$ colonnes.

Exemples

- On reprend l'exemple 1 des paragraphes précédents. On travaillait dans \mathbb{R}^3 , avec la base canonique $\mathcal{B}_0 = (e_1, e_2, e_3)$, et une base $\mathcal{B} = (b_1, b_2, b_3)$, avec $b_1 = e_1 + e_2 + e_3$, $b_2 = e_1 + e_3$, $b_3 = e_2 + e_3$.

Soit

$$u : \quad \mathbb{R}^3 \quad \longrightarrow \quad \mathbb{R}^2 \\ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad \longmapsto \quad \begin{pmatrix} 2x + y + z \\ -x - y + z \end{pmatrix}.$$

Notons $\mathcal{B}'_0 = (e'_1, e'_2)$ la base canonique sur \mathbb{R}^2 . Posons aussi $\beta_1 = \begin{pmatrix} 4 \\ -1 \end{pmatrix} = 4e'_1 - e'_2$ et $\beta_2 = e'_1$. Alors la famille $\mathcal{B}_2 = (\beta_1, \beta_2)$ est libre, et comme elle a deux éléments, avec $2 = \dim \mathbb{R}^2$, c'est une base de \mathbb{R}^2 . On a

$$u(e_1) = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix} = 2e'_1 - e'_2, \quad u(e_2) = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} = e'_1 - e'_2, \quad u(e_3) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} = e'_1 + e'_2.$$

Donc

$$M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}'_0}(u) = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}.$$

On a

$$u(b_1) = \begin{pmatrix} 4 \\ -1 \end{pmatrix} = 4e'_1 - e'_2, \quad u(b_2) = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix} = 3e'_1, \quad u(b_3) = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix} = 2e'_1,$$

donc

$$M_{\mathcal{B}, \mathcal{B}'_0}(u) = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 2 \\ -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Aussi, $u(b_1) = \beta_1$, $u(b_2) = 3\beta_2$, et $u(b_3) = 2\beta_2$, donc

$$M_{\mathcal{B}, \mathcal{B}_2} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

Remarquons que $e'_1 = \beta_2$, puis $e'_2 = 4e'_1 - \beta_1 = -\beta_1 + 4\beta_2$, donc

$$u(e_1) = 2e'_1 - e'_2 = \beta_1 - 2\beta_2, \quad u(e_2) = e'_1 - e'_2 = \beta_1 - 3\beta_2, \quad u(e_3) = e'_1 + e'_2 = -\beta_1 + 5\beta_2,$$

d'où

$$M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}_2}(u) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ -2 & -3 & 5 \end{pmatrix}.$$

Considérons maintenant l'application identité sur \mathbb{R}^3 : $\text{Id}_{\mathbb{R}^3}$, et notons-la plus simplement Id . On a bien sûr $\text{Id}(e_1) = e_1$, $\text{Id}(e_2) = e_2$, et $\text{Id}(e_3) = e_3$, donc

$$M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}_0}(\text{Id}) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

De la même façon, $\text{Id}(b_1) = b_1$, $\text{Id}(b_2) = b_2$, et $\text{Id}(b_3) = b_3$, donc

$$M_{\mathcal{B}, \mathcal{B}}(\text{Id}) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Mais on a aussi $\text{Id}(b_1) = e_1 + e_2 + e_3$, $\text{Id}(b_2) = e_1 + e_3$ et $\text{Id}(b_3) = e_2 + e_3$, donc

$$M_{\mathcal{B}, \mathcal{B}_0}(\text{Id}) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

On remarque que $M_{\mathcal{B}, \mathcal{B}_0}(\text{Id}) = \text{Pass}(\mathcal{B}_0, \mathcal{B})$.

Par ailleurs, on a déjà vérifié auparavant que $\text{Id}(e_1) = e_1 = b_1 - b_3$, $\text{Id}(e_2) = e_2 = b_1 - b_2$ et $\text{Id}(e_3) = e_3 = -b_1 + b_2 + b_3$, donc

$$M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}}(\text{Id}) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

On remarque que $M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}}(\text{Id}) = \text{Pass}(\mathcal{B}, \mathcal{B}_0)$.

2. On reprend l'exemple 2 des paragraphes précédents. On travaillait dans $\mathbb{R}_3[X]$ avec les bases $\mathcal{B}_0 = (1, X, X^2, X^3)$ et $\mathcal{B}_1 = (1, X - 1, (X - 1)^2, (X - 1)^3)$. Considérons l'application linéaire

$$u : \mathbb{R}_3[X] \longrightarrow \mathbb{R} \\ P \longmapsto P(1).$$

L'espace d'arrivée est \mathbb{R} . On le munit de la base $\mathcal{B}_2 = (1)$ (c'est la base canonique du \mathbb{R} -espace vectoriel \mathbb{R}). On considère aussi la base $\mathcal{B}'_2 = (2)$ de \mathbb{R} . On a

$$u(1) = 1 = 1 \cdot 1 = \frac{1}{2} \cdot 2, \quad u(X) = 1 = 1 \cdot 1 = \frac{1}{2} \cdot 2, \quad u(X^2) = 1 = 1 \cdot 1 = \frac{1}{2} \cdot 2, \quad u(X^3) = 1 = 1 \cdot 1 = \frac{1}{2} \cdot 2,$$

donc

$$M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}_2} = (1 \ 1 \ 1 \ 1) \quad \text{et} \quad M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}'_2} = \left(\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}\right).$$

On a aussi

$$u(1) = 1 = 1 \cdot 1 = \frac{1}{2} \cdot 2, \quad u(X - 1) = 0, \quad u((X - 1)^2) = 0, \quad u((X - 1)^3) = 0.$$

Donc

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2} = (1 \ 0 \ 0 \ 0) \quad \text{et} \quad M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}'_2} = \left(\frac{1}{2} \ 0 \ 0 \ 0\right).$$

Pour la suite du paragraphe, on note $\varphi_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}$ l'application

$$\varphi : L(E, F) \longrightarrow M_{n,p}(\mathbb{K}) \\ u \longmapsto M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u).$$

Proposition

Pour tous $u, v \in L(E, F)$, et tout $(\lambda, \mu) \in \mathbb{K}^2$, on a :

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(\lambda u + \mu v) = \lambda M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) + \mu M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(v).$$

Autrement dit, $\varphi_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}$ est linéaire.

Démonstration. Rappelons que $\lambda u + \mu v \in L(E, F)$ est définie par : $\forall x \in E, (\lambda u + \mu v)(x) = \lambda u(x) + \mu v(x)$. En particulier, pour tout $j \in \llbracket 1, p \rrbracket$, on a $(\lambda u + \mu v)(b_j) = \lambda u(b_j) + \mu v(b_j)$, donc aussi

$$M_{\mathcal{B}_2}((\lambda u + \mu v)(b_j)) = \lambda M_{\mathcal{B}_2}(u(b_j)) + M_{\mathcal{B}_2}(\mu v(b_j)).$$

Notons $C_j = M_{\mathcal{B}_2}(u(b_j))$ et $C'_j = M_{\mathcal{B}_2}(\mu v(b_j))$. Alors, d'après ce que l'on vient de dire

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(\lambda u + \mu v) = \left(\begin{array}{c|c} \lambda C_1 + \mu C'_1 & \\ \vdots & \\ \lambda C_j + \mu C'_j & \\ \vdots & \\ \lambda C_p + \mu C'_p & \end{array} \right) = \lambda \left(\begin{array}{c|c} C_1 & \\ \vdots & \\ C_j & \\ \vdots & \\ C_p & \end{array} \right) + \mu \left(\begin{array}{c|c} C'_1 & \\ \vdots & \\ C'_j & \\ \vdots & \\ C'_p & \end{array} \right).$$

Autrement dit

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(\lambda u + \mu v) = \lambda M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) + \mu M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(v).$$

□

Remarque. À toute application linéaire de E dans F on sait associer une matrice, relativement à des bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_2 . Ces deux bases étant fixées, deux questions se posent :

- Plusieurs applications linéaires peuvent-elles donner la même matrice (i.e. l'application $\varphi_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}$ est-elle non-injective) ?
On va voir que la réponse est non.
- Toute matrice (à n lignes et p colonnes) correspond-elle à une application linéaire (i.e. $\varphi_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}$ est-elle surjective) ?
On va voir que la réponse est oui.

Proposition

Soit (w_1, \dots, w_p) une famille de vecteurs de F .

Comme (b_1, \dots, b_p) est une base de E , il existe une unique application linéaire u de E dans F telle que : $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, u(b_j) = w_j$.

Démonstration

- Existence. Soit $x \in E$. Il existe (un unique) $(x_1, \dots, x_p) \in \mathbb{K}^p$ tel que $x = \sum_{j=1}^p x_j b_j$. On pose

$$u(x) = \sum_{j=1}^p x_j w_j.$$

On définit ainsi une application $u : E \rightarrow F$, qui vérifie, par construction : $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, u(b_j) = w_j$. Il reste à vérifier que u est linéaire.

Soit $(x, y) \in E^2$. Soit $(\lambda, \mu) \in \mathbb{K}^2$.

Soient $(x_1, \dots, x_p) \in \mathbb{K}^p, (y_1, \dots, y_p) \in \mathbb{K}^p$ et $(z_1, \dots, z_p) \in \mathbb{K}^p$ tels que

$$x = \sum_{j=1}^p x_j b_j, \quad y = \sum_{j=1}^p y_j b_j, \quad \lambda x + \mu y = \sum_{j=1}^p z_j b_j.$$

Alors par définition de u ,

$$u(\lambda x + \mu y) = \sum_{j=1}^p z_j w_j.$$

Mais $\lambda x + \mu y = \sum_{j=1}^p (\lambda x_j + \mu y_j) b_j$, donc par unicité des composantes : $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, z_j = \lambda x_j + \mu y_j$. Il en résulte que

$$u(\lambda x + \mu y) = \sum_{j=1}^p (\lambda x_j + \mu y_j) w_j = \lambda \sum_{j=1}^p x_j w_j + \mu \sum_{j=1}^p y_j w_j,$$

et donc $u(\lambda x + \mu y) = \lambda u(x) + \mu u(y)$, ce que l'on voulait montrer.

- Unicité. Supposons que $u_1, u_2 \in L(E, F)$ vérifient : $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, u_1(b_j) = w_j = u_2(b_j)$.

Soit $x \in E$. Il existe (un unique) $(x_1, \dots, x_p) \in \mathbb{K}^p$ tel que $x = \sum_{j=1}^p x_j b_j$. Alors

$$u_1(x) = u_1\left(\sum_{j=1}^p x_j b_j\right) = \sum_{j=1}^p x_j u_1(b_j) = \sum_{j=1}^p x_j u_2(b_j) = u_2\left(\sum_{j=1}^p x_j b_j\right) = u_2(x).$$

On a montré : $\forall x \in E, u_1(x) = u_2(x)$, c'est à dire $u_1 = u_2$. Il y a bien unicité. \square

Remarques

1. On retrouve le fait que si deux \mathbb{K} -espaces vectoriels E_1 et E_2 de dimension finie ont même dimension, alors ils sont isomorphes : en notant $n = \dim E_1 = \dim E_2$, il suffit de choisir une base (b_1, \dots, b_n) de E_1 , une base $(\beta_1, \dots, \beta_n)$, il existe une application linéaire $\varphi : E_1 \rightarrow E_2$ telle que $\forall i \in \llbracket 1, n \rrbracket, \varphi(b_i) = \beta_i$. Comme φ envoie une base sur une base, c'est un isomorphisme.
Réciproquement, deux espaces vectoriels isomorphes ont même dimension (un isomorphisme envoie une base sur une base, en particulier les bases ont le même nombre d'éléments).
2. Pour cette dernière proposition on n'a pas besoin de supposer que F soit de dimension finie. Pour la suite, on en a besoin à nouveau.

Proposition

Pour toute matrice $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$, il existe une unique application linéaire $u \in L(E, F)$ telle que $M = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$. Autrement dit, $\varphi_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}$ est un isomorphisme. Ainsi $L(E, F)$ et $M_{n,p}(\mathbb{K})$ sont isomorphes. On en déduit que $L(E, F)$ est de dimension finie, et que $\dim L(E, F) = pn = (\dim E) \cdot (\dim F)$.

Démonstration

- Existence. Soit $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. Notons $M = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$. Posons, pour $j \in \llbracket 1, p \rrbracket, w_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \beta_i \in F$, de sorte que la matrice colonne $M_{\mathcal{B}_2}(w_j)$ soit la $j^{\text{ème}}$ colonne de M , et que $M = M_{\mathcal{B}_2}(w_1, \dots, w_p)$. D'après la proposition précédente, il existe $u \in L(E, F)$ telle que : $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, u(b_j) = w_j$. Alors

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = M_{\mathcal{B}_2}(u(b_1), \dots, u(b_p)) = M_{\mathcal{B}_2}(w_1, \dots, w_p).$$

Donc $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = M$. On a montré l'existence de u .

- Unicité. Soit $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. Supposons $u_1, u_2 \in L(E, F)$ telles que $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u_1) = M = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u_2)$. Alors pour tout $j \in \llbracket 1, p \rrbracket, M_{\mathcal{B}_2}(u_1(b_j)) = M_{\mathcal{B}_2}(u_2(b_j))$, et donc $u_1(b_j) = u_2(b_j)$. D'après la proposition précédente (la partie « unicité »), puisque : $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, u_1(b_j) = u_2(b_j)$, on a $u_1 = u_2$. C'est ce que l'on voulait montrer. \square

Remarque. Soit u une forme linéaire sur E , i.e. $u \in L(E, \mathbb{K})$. On fixe une base \mathcal{B}_1 de E . On prend en général pour le \mathbb{K} -espace vectoriel \mathbb{K} la base (1) , que nous notons ici \mathcal{B}_2 . Alors $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$ est une matrice ligne (à $p = \dim E$ colonnes). Inversement, toute matrice ligne (à p colonnes) est la matrice (dans des bases fixées) d'une forme linéaire sur E .

Notation. Quand $E = F$ et $\mathcal{B}_1 = \mathcal{B}_2$, on note, pour $u \in L(E)$, $M_{\mathcal{B}_1}(u)$ la matrice $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(u)$.

4 Rang d'une matrice

On fixe $(n, p) \in (\mathbb{N}^*)^2$.

Définition

Soit $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. Notons C_1, \dots, C_p les colonnes de M (dans l'ordre). Alors la famille (C_1, \dots, C_p) est une famille de vecteurs de $M_{n,1}(\mathbb{K})$.

On appelle **rang** de M le rang de la famille (C_1, \dots, C_p) :

$$\text{rg} M = \text{rg}(C_1, \dots, C_p) = \dim \text{Vect}(C_1, \dots, C_p).$$

Exemple. Soit $M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & 5 \\ 0 & 4 & 4 \end{pmatrix}$. Les colonnes sont $C_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$, $C_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}$ et $C_3 = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 5 \\ 4 \end{pmatrix}$. On calcule le rang de la famille (C_1, C_2, C_3) par opérations élémentaires sur les colonnes.

$$\begin{array}{ccc} \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 2 \\ \hline 0 & 2 & 2 \\ \hline 1 & 3 & 5 \\ \hline 0 & 4 & 4 \\ \hline \end{array} & \xrightarrow{C_3 \leftarrow C_3 - 2C_1} & \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 2 & 2 \\ \hline 1 & 3 & 3 \\ \hline 0 & 4 & 4 \\ \hline \end{array} & \xrightarrow{C_3 \leftarrow C_3 - C_2} & \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 2 & 0 \\ \hline 1 & 3 & 0 \\ \hline 0 & 4 & 0 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

Donc en posant $C'_1 = C_1$, $C'_2 = C_2$ et $C'_3 = 0$, on sait que $\text{rg}(C_1, C_2, C_3) = \text{rg}(C'_1, C'_2, C'_3)$. Or il est immédiat de vérifier que $\text{rg}(C'_1, C'_2, C'_3) = 2$. On conclut que $\text{rg}M = 2$.

Remarques. On reprend les notations de la définition.

1. Une matrice est de rang nul si et seulement si elle est nulle.

En effet, supposons que $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$ soit telle que $\text{rg}M = 0$. Alors $\dim \text{Vect}(C_1, \dots, C_p) = 0$, i.e. $\text{Vect}(C_1, \dots, C_p) = \{0\}$, donc $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket$, $C_j = 0$ (si l'une des colonnes n'est pas le vecteur nul, l'espace engendré, qui contient cette colonne, n'est pas nul). Donc $M = 0$. La réciproque est évidente.

2. Puisque $\dim M_{n,1}(\mathbb{K}) = n$, on a $\dim \text{Vect}(C_1, \dots, C_p) \leq n$. De plus, $\dim \text{Vect}(C_1, \dots, C_p) \leq p$ (puisque la famille compte p vecteurs). Ainsi $\text{rg}(M) \leq \min(n, p)$.

En particulier, le rang d'une matrice ligne ou d'une matrice colonne est ≤ 1 . Avec la remarque 1, il résulte qu'une matrice ligne (resp. une matrice colonne) est de rang 1 ssi elle est non nulle.

Proposition

Soit $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$.

Soit E un \mathbb{K} -espace vectoriel tel que $\dim E = n$. Soit \mathcal{B} une base de E . Soit (w_1, \dots, w_p) la famille de vecteurs de E telle que $M_{\mathcal{B}}(w_1, \dots, w_p) = M$.

Alors $\text{rg}(M) = \text{rg}(w_1, \dots, w_p)$.

Démonstration. Notons C_1, \dots, C_p les colonnes de M (dans l'ordre). Notons $\varphi_{\mathcal{B}}$ l'application linéaire de E dans $M_{n,1}(\mathbb{K})$ définie par : $\forall x \in E$, $\varphi_{\mathcal{B}}(x) = M_{\mathcal{B}}(x)$. On a vu que $\varphi_{\mathcal{B}}$ est un isomorphisme. En particulier, en notant $F = \text{Vect}(w_1, \dots, w_p)$, $\varphi_{\mathcal{B}}$ induit un isomorphisme de F sur $\varphi_{\mathcal{B}}(F)$, et donc $\dim F = \dim \varphi_{\mathcal{B}}(F)$.

Or d'une part, par définition, $\dim F = \text{rg}(w_1, \dots, w_p)$, et d'autre part, $\varphi_{\mathcal{B}}(F) = \text{Vect}(\varphi_{\mathcal{B}}(w_1), \dots, \varphi_{\mathcal{B}}(w_p)) = \text{Vect}(C_1, \dots, C_p)$, donc $\dim \varphi_{\mathcal{B}}(F) = \text{rg}(M)$.

On conclut que $\text{rg}(w_1, \dots, w_p) = \text{rg}(M)$. □

Proposition

Soit $M \in M_{n,p}(\mathbb{K})$.

Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels tels que $\dim E = p$ et $\dim F = n$. Soit \mathcal{B}_1 (resp. \mathcal{B}_2) une base de E (resp. F).

Soit $u \in L(E, F)$ l'unique application linéaire telle que $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = M$.

Alors $\text{rg}(M) = \text{rg}(u)$.

Démonstration. Notons $\mathcal{B}_1 = (b_1, \dots, b_p)$. Comme \mathcal{B}_1 est génératrice de E , la famille $(u(b_1), \dots, u(b_p))$ est génératrice de $\text{Im } u$, et donc

$$\text{rg}u = \dim \text{Im } u = \dim \text{Vect}(u(b_1), \dots, u(b_p)) = \text{rg}(u(b_1), \dots, u(b_p)).$$

Or $M = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = M_{\mathcal{B}_2}(u(b_1), \dots, u(b_p))$, donc d'après la proposition précédente

$$\text{rg}(M) = \text{rg}(u(b_1), \dots, u(b_p)) = \text{rg}(u).$$

□

5 Produit matriciel

5.1 Définition

5.1.1 Produit d'une matrice ligne avec une matrice colonne

Soit $n \in \mathbb{N}^*$.

Soit $L \in M_{1,n}(\mathbb{K})$ une matrice ligne. Soit $C \in M_{n,1}(\mathbb{K})$ une matrice colonne.

Soient $(\ell_1, \dots, \ell_n) \in \mathbb{K}^n$ et $(c_1, \dots, c_n) \in \mathbb{K}^n$ tels que

$$L = (\ell_1 \quad \dots \quad \ell_n) \quad \text{et} \quad C = \begin{pmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix}.$$

Définition

Le produit de L et C , dans cet ordre, est la matrice à une ligne et une colonne, notée LC , dont l'unique coefficient est égal à $\sum_{i=1}^n \ell_i c_i$.

On identifie couramment une matrice à une ligne et une colonne au coefficient qu'elle contient, ainsi, au lieu d'écrire

$$LC = \left(\sum_{i=1}^n \ell_i c_i \right) \in M_{1,1}(\mathbb{K}),$$

on écrira, avec un abus de notation,

$$LC = \sum_{i=1}^n \ell_i c_i \in \mathbb{K}.$$

Remarque. Faire attention au fait que le nombre de colonnes de L est égal au nombre de lignes de C . Faire aussi attention à l'ordre, on a seulement défini pour l'instant le produit LC .

Exemple. Si $L = (1 \quad 2 \quad 3 \quad 4)$ et $C = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$, alors

$$LC = (1 \quad 2 \quad 3 \quad 4) \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix} = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot (-1) = 4.$$

5.1.2 Produit d'une matrice avec une matrice colonne

Soit $(m, n) \in (\mathbb{N}^*)^2$.

Soit $A \in M_{m,n}(\mathbb{K})$. Soit $C \in M_{n,1}(\mathbb{K})$.

Notons L_1, \dots, L_m les lignes de A . Notons aussi $A = (a_{ki})_{\substack{1 \leq k \leq m \\ 1 \leq i \leq n}}$, et $C = \begin{pmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix}$.

Définition

Le produit de A et C , dans cet ordre, est la matrice à m lignes et une colonne, notée AC , définie par

$$AC = \begin{pmatrix} L_1 C \\ L_2 C \\ \vdots \\ L_m C \end{pmatrix}.$$

Autrement dit, si $(x_1, \dots, x_m) \in \mathbb{K}^m$ est tel que $AC = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{pmatrix}$, alors on a pour tout $k \in [1, m]$, $x_k = \sum_{i=1}^n a_{ki} c_i$.

Remarque. Le nombre de colonnes de A est égal au nombre de lignes de C . Faire attention aussi à l'ordre.

Exemple. Si $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}$, alors $A \in M_{4,3}(\mathbb{K})$, $C \in M_{3,1}(\mathbb{K})$, donc $AC \in M_{4,1}(\mathbb{K})$, et

$$AC = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

5.1.3 Produit de deux matrices

Soit $(m, n, p) \in (\mathbb{N}^*)^3$.

Soit $A \in M_{m,n}(\mathbb{K})$. Soit $B \in M_{n,p}(\mathbb{K})$.

Notons L_1, \dots, L_m les lignes de A , et C_1, \dots, C_p les colonnes de B . Notons aussi $A = (a_{kij})_{\substack{1 \leq k \leq m \\ 1 \leq i \leq n}}$ et $B = (b_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$.

Définition

Le produit de A et B , dans cet ordre, est la matrice à m lignes et p colonnes, notée AB , définie par

$$AB = \begin{pmatrix} | & | & \dots & | \\ (AC_1) & (AC_2) & \dots & (AC_p) \\ | & | & \dots & | \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_1C_1 & L_1C_2 & \dots & L_1C_p \\ L_2C_1 & L_2C_2 & \dots & L_2C_p \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ L_mC_1 & L_mC_2 & \dots & L_mC_p \end{pmatrix}.$$

Autrement dit, si l'on note $AB = (x_{kj})_{\substack{1 \leq k \leq m \\ 1 \leq j \leq p}}$, on a pour tout $(k, j) \in \llbracket 1, m \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket$,

$$x_{kj} = \sum_{i=1}^n a_{ki}b_{ij}.$$

Remarque. Pour que le produit AB soit défini, le nombre de colonnes de A est égal au nombre de lignes de B . Le produit d'une matrice de $M_{m,n}(\mathbb{K})$ avec une matrice de $M_{n,p}(\mathbb{K})$ est une matrice de $M_{m,p}(\mathbb{K})$.

Exemple. Soient $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ -2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$. Alors $A \in M_{4,3}(\mathbb{K})$, $B \in M_{3,2}(\mathbb{K})$, donc $AB \in M_{4,2}(\mathbb{K})$, et

$$AB = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ -2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 8 \\ 1 & 3 \\ -2 & 1 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}.$$

Remarque. Si A et B sont deux matrices telles que le produit AB soit défini, il n'y a aucune raison pour que le produit BA soit défini! Même quand c'est le cas, AB et BA n'ont en général pas la même taille. Et même quand elles ont la même taille, les matrices AB et BA ne sont, en général, pas égales.

5.2 Lien avec l'image d'un vecteur par une application linéaire

Soit $(p, n) \in (\mathbb{N}^*)^2$.

Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels tels que $\dim E = p$ et $\dim F = n$. Soit $\mathcal{B}_1 = (b_1, \dots, b_p)$ une base de E . Soit $\mathcal{B}_2 = (\beta_1, \dots, \beta_n)$ une base de F .

Proposition

Soit $u \in L(E, F)$. Soit $x \in E$. Posons $y = u(x)$.

Notons $A = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$, $X = M_{\mathcal{B}_1}(x)$ et $Y = M_{\mathcal{B}_2}(y)$. Alors puisque $y = u(x)$,

$$Y = AX.$$

C'est à dire, en développant les notations :

$$M_{\mathcal{B}_2}(u(x)) = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)M_{\mathcal{B}_1}(x).$$

Démonstration. Soient $(x_1, \dots, x_p) \in \mathbb{K}^p$ et $(y_1, \dots, y_n) \in \mathbb{K}^n$ tels que $x = \sum_{j=1}^p x_j b_j$ et $y = \sum_{i=1}^n y_i \beta_i$, c'est à dire

$$X = M_{\mathcal{B}_1}(x) = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_p \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad Y = M_{\mathcal{B}_2}(y) = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}.$$

Notons aussi $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$. Cela signifie que pour tout $j \in \llbracket 1, p \rrbracket$, on a $u(b_j) = \sum_{i=1}^n a_{ij} \beta_i$.

Alors

$$y = u(x) = u\left(\sum_{j=1}^p x_j b_j\right) = \sum_{j=1}^p x_j u(b_j) = \sum_{j=1}^p x_j \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} \beta_i\right) = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p a_{ij} x_j\right) \beta_i.$$

Comme $y = \sum_{i=1}^n y_i \beta_i$, on obtient par identification des composantes que pour tout $i \in \llbracket 1, n \rrbracket$, $y_i = \sum_{j=1}^p a_{ij} x_j$. En regardant la définition du produit d'une matrice par une matrice colonne, on voit que cela signifie exactement que

$$Y = AX.$$

□

Exemples

1. Soit

$$u : \quad \mathbb{R}^3 \quad \longrightarrow \quad \mathbb{R}^4$$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \quad \longmapsto \quad \begin{pmatrix} x_1 + 2x_2 + 3x_3 \\ x_1 + x_2 + x_3 \\ x_2 \\ -x_1 - x_2 \end{pmatrix}.$$

Soit $x = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}$. Par un calcul direct, on obtient $u(x) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}$. Par ailleurs, en notant ici \mathcal{B}_1 la base canonique

de \mathbb{R}^3 et \mathcal{B}_2 la base canonique de \mathbb{R}^4 , on a

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad M_{\mathcal{B}_1}(x) = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Et on vérifie que

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Cette dernière matrice est bien la matrice colonne des coordonnées de $u(x)$ dans la base \mathcal{B}_2 .

2. Soit

$$u : \quad \mathbb{R}_3[X] \quad \longrightarrow \quad \mathbb{R}_2[X]$$

$$P \quad \longmapsto \quad P'.$$

Soit $P_0 = X^3 + X^2 + 2X + 2$. On a $u(P_0) = 3X^2 + 2X + 2$.

On pose $\mathcal{B}_0 = (1, X, X^2, X^3)$. C'est une base de $\mathbb{R}_3[X]$. Posons $\mathcal{B} = (1, X + 1, (X + 1)^2)$. C'est une base de $\mathbb{R}_2[X]$: en effet, c'est une famille libre de $\mathbb{R}_2[X]$ (car famille de polynômes à degrés échelonnés) qui a $3 = \dim \mathbb{R}_2[X]$ éléments.

On vérifie que

$$u(1) = 0, \quad u(X) = 1, \quad u(X^2) = 2X = 2(X + 1) - 2, \quad u(X^3) = 3X^2 = 3(X + 1)^2 - 6(X + 1) + 3.$$

Donc

$$M_{\mathcal{B}_0, \mathcal{B}}(u) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -2 & 3 \\ 0 & 0 & 2 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}.$$

Par ailleurs,

$$M_{\mathcal{B}_0}(P_0) = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad M_{\mathcal{B}}(u(P_0)) = \begin{pmatrix} 3 \\ -4 \\ 3 \end{pmatrix}$$

car $u(P_0) = 3(X + 1)^2 - 4(X + 1) + 3$. On vérifie qu'effectivement

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & -2 & 3 \\ 0 & 0 & 2 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ -4 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

Corollaire

Soit $u \in L(E, F)$. Soit $\ell \in \mathbb{N}^*$. Soit (w_1, \dots, w_ℓ) une famille de vecteurs de E . Alors

$$M_{\mathcal{B}_2}(u(w_1), \dots, u(w_\ell)) = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) M_{\mathcal{B}_1}(w_1, \dots, w_\ell).$$

Démonstration. Pour $j \in \llbracket 1, \ell \rrbracket$, notons $C_j = M_{\mathcal{B}_1}(w_j)$, et $C'_j = M_{\mathcal{B}_2}(u(w_j))$. Notons aussi $A = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$. D'après la proposition précédente,

$$AC_j = C'_j.$$

Mais par définition du produit matriciel, on a

$$A \begin{pmatrix} | & & | \\ C_1 & \dots & C_\ell \\ | & & | \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} | & & | \\ (AC_1) & \dots & (AC_\ell) \\ | & & | \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} | & & | \\ C'_1 & \dots & C'_\ell \\ | & & | \end{pmatrix},$$

c'est à dire, en développant les notations

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) M_{\mathcal{B}_1}(w_1, \dots, w_\ell) = M_{\mathcal{B}_2}(u(w_1), \dots, u(w_\ell)).$$

□

5.3 Lien avec la composition des applications linéaires

Soit $(m, n, p) \in (\mathbb{N}^*)^3$. Soient E, F, G trois \mathbb{K} -espaces vectoriels tels que $\dim E = p$, $\dim F = n$, et $\dim G = m$. Soient $\mathcal{B}_1 = (b_1, \dots, b_p)$ une base de E , \mathcal{B}_2 une base de F , et \mathcal{B}_3 une base de G .

Proposition

Soit $u \in L(E, F)$. Soit $v \in L(F, G)$. Notons $A = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$, $A' = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_3}(v)$, et $A'' = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_3}(v \circ u)$. Alors

$$A'' = A'A,$$

c'est à dire

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_3}(v \circ u) = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_3}(v) M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u).$$

Démonstration. En utilisant la définition de la matrice de v dans les bases \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}_3 , on a

$$\begin{aligned} M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_3}(v \circ u) &= M_{\mathcal{B}_3}(v \circ u(b_1), \dots, v \circ u(b_p)) \\ &= M_{\mathcal{B}_3}(v(u(b_1)), \dots, v(u(b_p))) \\ &= M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_3}(v)M_{\mathcal{B}_2}(u(b_1), \dots, u(b_p)) \end{aligned}$$

d'après la dernière proposition du paragraphe précédent. Or

$$M_{\mathcal{B}_2}(u(b_1), \dots, u(b_p)) = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u),$$

donc finalement

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_3}(v \circ u) = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_3}(v)M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u).$$

□

Cas particulier

Soit $u \in L(E, F)$. Soient \mathcal{B}_1 et \mathcal{B}'_1 deux bases de E . Soient \mathcal{B}_2 et \mathcal{B}'_2 deux bases de F . On a

$$M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_2}(u) = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E),$$

et $M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E) = \text{Pass}(\mathcal{B}_1, \mathcal{B}'_1)$;

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}'_2}(u) = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}'_2}(\text{Id}_F)M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u),$$

et $M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}'_2}(\text{Id}_F) = \text{Pass}(\mathcal{B}'_2, \mathcal{B}_2)$.

Démonstration. On a d'après la proposition précédente

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E) = M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_2}(u \circ \text{Id}_E) = M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_2}(u).$$

De plus, les colonnes de $M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E)$ sont les matrices colonnes des coordonnées des vecteurs de \mathcal{B}'_1 dans la base \mathcal{B}_1 , ce sont donc les colonnes de $M_{\mathcal{B}_1}(\mathcal{B}'_1) = \text{Pass}(\mathcal{B}_1, \mathcal{B}'_1)$.

On raisonne de même pour les autres égalités. □

Remarque. Avec les mêmes notations,

$$\text{Pass}(\mathcal{B}_1, \mathcal{B}'_1) \cdot \text{Pass}(\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_1) = M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E)M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}'_1}(\text{Id}_E) = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & & & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

5.4 Calcul matriciel dans $M_n(\mathbb{K})$

Soit $n \in \mathbb{N}^*$. On va travailler dans $M_n(\mathbb{K})$, c'est à dire avec des matrices carrées de taille n .

Soient $A, B \in M_n(\mathbb{K})$. Alors le produit AB est défini, et est dans $M_n(\mathbb{K})$. Ainsi le produit des matrices est une loi de composition interne sur $M_n(\mathbb{K})$.

Proposition

Le produit matriciel :

– est associatif : $\forall A, B, C \in M_n(\mathbb{K}), A(BC) = (AB)C$;

– admet un élément neutre, égal à la « matrice identité », notée I_n , telle qu'en notant $I_n = (a_{ij})_{1 \leq i, j \leq n}$, on ait :

$$\forall (i, j) \in \llbracket 1, n \rrbracket^2, a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } i = j \\ 0 & \text{si } i \neq j \end{cases}.$$

$$I_n = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & & & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Ainsi : $\forall A \in M_n(\mathbb{K}), AI_n = I_n A = A$.

Démonstration. Exercice.

Remarque. Le produit matriciel n'est pas commutatif. Par exemple, dans $M_2(\mathbb{K})$,

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},$$

alors que

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

Convention. On peut calculer les puissances d'une matrice : pour $A \in M_n(\mathbb{K})$ et $p \in \mathbb{N}^*$, $A^p = \underbrace{A \cdot \dots \cdot A}_{p \text{ fois}}$. Par convention, on pose $A^0 = I_n$.

Formule du binôme

Soient $A, B \in M_n(\mathbb{K})$ telles que $AB = BA$. Alors pour tout $p \in \mathbb{N}$,

$$(A + B)^p = \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} A^k B^{p-k}.$$

Démonstration. On raisonne par récurrence.

- Comme $(A + B)^0 = I_n = \sum_{k=0}^0 \binom{0}{k} A^k B^{0-k}$, la propriété est vraie au rang 0.
- Soit $p \in \mathbb{N}$. Supposons la propriété vérifiée au rang p . Alors

$$\begin{aligned} (A + B)^{p+1} &= (A + B)(A + B)^p \\ &= A(A + B)^p + B(A + B)^p \\ &= A \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} A^k B^{p-k} + B \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} A^k B^{p-k} \quad \text{par hypothèse de récurrence} \\ &= \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} A A^k B^{p-k} + \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} B A^k B^{p-k} \\ &= \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} A^{k+1} B^{p-k} + \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} A^k B^{p+1-k} \quad \text{car } AB = BA \\ &\stackrel{\ell=k+1}{=} \sum_{\ell=1}^{p+1} \binom{p}{\ell-1} A^\ell B^{p+1-\ell} + \sum_{k=0}^p \binom{p}{k} A^k B^{p+1-k} \\ &= \binom{p}{p} A^{p+1} B^0 + \binom{p}{0} A^0 B^{p+1} + \underbrace{\sum_{k=1}^p \left(\binom{p}{k-1} + \binom{p}{k} \right)}_{\binom{p+1}{k}} A^k B^{p+1-k}. \end{aligned}$$

Or $\binom{p}{p} = 1 = \binom{p+1}{p+1}$ et $\binom{p}{0} = 1 = \binom{p+1}{0}$, donc

$$(A + B)^{p+1} = \binom{p+1}{p+1} A^{p+1} B^0 + \binom{p+1}{0} A^0 B^{p+1} + \sum_{k=1}^p \binom{p+1}{k} A^k B^{p+1-k},$$

et finalement

$$(A + B)^{p+1} = \sum_{k=0}^{p+1} \binom{p+1}{k} A^k B^{p+1-k}.$$

La propriété est vérifiée au rang $p + 1$.

- Ceci clôt la récurrence, la proposition est démontrée. □

Proposition

Soient $A, B \in M_n(\mathbb{K})$ telles que $AB = BA$. Alors pour tout $p \in \mathbb{N}^*$,

$$A^p - B^p = (A - B) \sum_{k=0}^{p-1} A^k B^{p-1-k}.$$

Démonstration. Exercice (développer le membre de droite, pour faire apparaître deux sommes qui se simplifient partiellement).

6 Matrices inversibles

Soit $n \in \mathbb{N}^*$.

6.1 Ensemble $GL_n(\mathbb{K})$

Définition

Soit $A \in M_n(\mathbb{K})$. On dit que A est **inversible** s'il existe une matrice $B \in M_n(\mathbb{K})$ telle que

$$AB = BA = I_n.$$

Dans ce cas, B est appelée l'inverse de A , et on note $B = A^{-1}$.

Notation. On note $GL_n(\mathbb{K})$ l'ensemble des matrices inversibles de $M_n(\mathbb{K})$.

Exemples

1. Posons $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 0 \end{pmatrix}$ et $B = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}$. Alors $AB = BA = I_2$, donc A et B sont inversibles, et inverses l'une de l'autre.
2. Soient $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ des scalaires **non nuls**. On considère deux matrices diagonales :

$$D_1 = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & & & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \lambda_n \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad D_2 = \begin{pmatrix} 1/\lambda_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & 1/\lambda_2 & & & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1/\lambda_n \end{pmatrix}.$$

Alors

$$D_1 D_2 = D_2 D_1 = \begin{pmatrix} \lambda_1/\lambda_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2/\lambda_2 & & & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \lambda_n/\lambda_n \end{pmatrix} = I_n,$$

donc D_1 et D_2 sont inversibles, et inverses l'une de l'autre.

Proposition

Soient $A, B \in GL_n(\mathbb{K})$. Alors $AB \in GL_n(\mathbb{K})$, et $(AB)^{-1} = B^{-1}A^{-1}$.

Démonstration. On a

$$(AB)(B^{-1}A^{-1}) = A(BB^{-1})A^{-1} = A \times I_n \times A^{-1} = AA^{-1} = I_n.$$

De même $(B^{-1}A^{-1})(AB) = I_n$. D'où le résultat. □

6.2 Lien avec les isomorphismes

Proposition

Soient E et F deux \mathbb{K} espaces vectoriels tel que $\dim E = \dim F = n$. Soit \mathcal{B}_1 une base de E . Soit \mathcal{B}_2 une base de F .

Soit $A \in M_n(\mathbb{K})$. Soit $u \in L(E, F)$ l'unique application linéaire telle que $A = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$. On a l'équivalence :

$$A \text{ est inversible} \iff u \text{ est un isomorphisme.}$$

Dans ce cas, $A^{-1} = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1})$.

Démonstration

• Supposons A inversible.

Soit $v \in L(F, E)$ l'unique application linéaire telle que $A^{-1} = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(v)$. On a

$$M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(v \circ u) = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(v)M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = A^{-1}A = I_n = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E),$$

donc $v \circ u = \text{Id}_E$.

De façon similaire

$$M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(u \circ v) = AA^{-1} = I_n = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(\text{Id}_F),$$

donc $u \circ v = \text{Id}_F$.

Finalement, u est bijective, et sa bijection réciproque est v . Et on a $A^{-1} = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(v)$ (avec $v = u^{-1}$).

• Supposons que u soit un isomorphisme.

Notons $B = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1})$. Alors

$$AB = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1}) = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(u \circ u^{-1}) = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_2}(\text{Id}_F) = I_n.$$

De même

$$BA = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_1}(\text{Id}_E) = I_n.$$

Finalement, $AB = BA = I_n$, donc $A \in GL_n(\mathbb{K})$ et $A^{-1} = B = M_{\mathcal{B}_2, \mathcal{B}_1}(u^{-1})$. □

Remarque. En particulier, quand $E = F$ et $\mathcal{B}_1 = \mathcal{B}_2$, on obtient, avec les mêmes notations : $A = M_{\mathcal{B}_1}(u)$ est inversible ssi $u \in GL(E)$.

Proposition

Soit $A \in M_n(\mathbb{K})$. Les assertions suivantes sont équivalentes.

1. $A \in GL_n(\mathbb{K})$
2. Il existe $B \in M_n(\mathbb{K})$ telle que $AB = I_n$.
3. Il existe $B \in M_n(\mathbb{K})$ telle que $BA = I_n$.
4. $\text{rg}(A) = n$.
5. L'équation $AX = 0$ d'inconnue $X \in M_{n,1}(\mathbb{K})$ admet pour seule solution le vecteur nul.
6. Pour tout $C \in M_{n,1}(\mathbb{K})$, l'équation $AX = C$ d'inconnue $X \in M_{n,1}(\mathbb{K})$ admet au moins une solution.
7. Pour tout $C \in M_{n,1}(\mathbb{K})$, l'équation $AX = C$ d'inconnue $X \in M_{n,1}(\mathbb{K})$ admet exactement une solution.
8. Il existe $B \in M_n(\mathbb{K})$ telle que pour tous $X, Y \in M_n(\mathbb{K})$, on ait l'équivalence : $AX = Y \iff X = BY$.

De plus, quand ces assertions sont vérifiées, alors dans (2), (3) et (8) on a $B = A^{-1}$.

Démonstration. Soit E un \mathbb{K} -espace vectoriel tel que $\dim E = n$. Soit \mathcal{B} une base de E , et soit $u \in L(E)$ l'unique endomorphisme tel que $A = M_{\mathcal{B}}(u)$. D'après la proposition précédente, $A \in GL_n(\mathbb{K})$ ssi $u \in GL(E)$.

Or, comme E est de dimension finie, on sait que $u \in GL(E)$ ssi u est injectif ssi u est surjectif.

• Supposons (2). Soit $B \in M_n(\mathbb{K})$ telle que $AB = I_n$. Notons $v \in L(E)$ l'unique endomorphisme tel que $B = M_{\mathcal{B}}(v)$. Comme $AB = I_n$, on a $u \circ v = \text{Id}_E$. En particulier u est surjectif, donc est un isomorphisme d'après ce que l'on a dit précédemment. Donc $A \in GL_n(\mathbb{K})$.

Le réciproque est évidente. On a donc l'équivalence entre (1) et (2).

• Supposons (3). Soit $B \in M_n(\mathbb{K})$ telle que $BA = I_n$. Notons $v \in L(E)$ l'unique endomorphisme tel que $B = M_{\mathcal{B}}(v)$. Comme $BA = I_n$, on a $v \circ u = \text{Id}_E$. En particulier u est injectif, donc est un isomorphisme d'après ce que l'on a dit précédemment. Donc $A \in GL_n(\mathbb{K})$.

Le réciproque est évidente. On a donc l'équivalence entre (1) et (3).

- On sait que u est surjectif ssi $\text{rg}(u) = n$. Or $\text{rg}(u) = \text{rg}(A)$. On a donc montré l'équivalence entre (1) et (4).
- Soit $C \in M_{n,1}(\mathbb{K})$. Soit $X \in M_{n,1}(\mathbb{K})$. Soient $x, y \in E$ les vecteurs tels que $X = M_{\mathcal{B}}(x)$ et $C = M_{\mathcal{B}}(y)$. On sait que $AX = M_{\mathcal{B}}(u(x))$, donc

$$AX = C \iff u(x) = y.$$

Or on a les équivalences suivantes :

- L'endomorphisme u est injectif ssi $\text{Ker } u = \{0\}$ ssi l'équation $u(x) = 0$ d'inconnue $x \in E$ admet pour unique solution 0.
- L'endomorphisme u est surjectif ssi, quel que soit $y \in E$, l'équation $u(x) = y$ d'inconnue $x \in E$ admet au moins une solution .
- L'endomorphisme u est un isomorphisme ssi, quel que soit $y \in E$, l'équation $u(x) = y$ d'inconnue $x \in E$ admet une unique solution.

On en déduit facilement les équivalences (1) \iff (5), (1) \iff (6), et (1) \iff (7).

- Supposons $A \in GL_n(\mathbb{K})$. Alors pour $X, Y \in M_{n,1}(\mathbb{K})$, on a

$$AX = Y \iff A^{-1}AX = A^{-1}Y \iff X = A^{-1}Y.$$

Réciproquement, supposons l'assertion (8) vérifiée, et soit $B \in M_n(\mathbb{K})$ permettant de vérifier l'assertion.

Pour $X \in M_n(\mathbb{K})$, on a

$$AX = 0 \iff X = B \cdot 0 = 0 \iff X = 0,$$

ainsi l'équation $AX = 0$ n'admet que 0 comme solution. D'après (5), A est inversible.

De plus, notons pour $i \in \llbracket 1, n \rrbracket$, $C_i \in M_{n,1}(\mathbb{K})$ la matrice colonne dont tous les coefficients sont nuls, sauf le $i^{\text{ème}}$, qui vaut 1 (en notant $\mathcal{B} = (b_1, \dots, b_n)$, on a $C_i = M_{\mathcal{B}}(b_i)$). Comme A est inversible, il existe un unique $X_i \in M_{n,1}(\mathbb{K})$ tel que $AX_i = C_i$. On a alors

$$X_i = BC_i \quad \text{et} \quad X_i = A^{-1}C_i.$$

Or BC_i est la $i^{\text{ème}}$ colonne de B , et $A^{-1}C_i$ est la $i^{\text{ème}}$ colonne de A^{-1} . Les égalités précédentes montrent que ces deux colonnes sont égales. Comme ceci est valable pour tout $i \in \llbracket 1, n \rrbracket$, on conclut que $B = A^{-1}$. \square

6.3 Calcul pratique de l'inverse d'une matrice

Il y a deux présentations du calcul permettant de vérifier si une matrice est inversible ou non, et de donner, le cas échéant, l'inverse.

Soit $A \in M_n(\mathbb{K})$. Notons $A = (a_{ij})_{1 \leq i, j \leq n}$.

6.3.1 Première présentation

On utilise le point (8) de la dernière proposition du paragraphe précédent : pour tout $Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \in M_{n,1}(\mathbb{K})$, on

cherche à résoudre l'équation $AX = Y$ d'inconnue $X \in M_{n,1}(\mathbb{K})$.

Concrètement, pour $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$, on a

$$AX = Y \iff \begin{cases} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n = y_1 \\ a_{21}x_1 + \dots + a_{2n}x_n = y_2 \\ \vdots \\ a_{n1}x_1 + \dots + a_{nn}x_n = y_n \end{cases}.$$

Exemples. Posons $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -3 & 4 & -3 \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{pmatrix}$.

On a, pour $(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3) \in \mathbb{R}^6$,

$$\begin{aligned}
 A \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} &\iff \begin{cases} x_2 - x_3 = y_1 \\ -3x_1 + 4x_2 - 3x_3 = y_2 \\ -x_1 + x_2 = y_3 \end{cases} \\
 &\stackrel{L_1 \leftrightarrow L_3}{\iff} \begin{cases} -x_1 + x_2 = y_3 \\ -3x_1 + 4x_2 - 3x_3 = y_2 \\ x_2 - x_3 = y_1 \end{cases} \\
 &\stackrel{L_2 \leftarrow L_2 - 3L_1}{\iff} \begin{cases} -x_1 + x_2 = y_3 \\ x_2 - 3x_3 = y_2 - 3y_3 \\ x_2 - x_3 = y_1 \end{cases} \\
 &\stackrel{L_3 \leftarrow L_3 - L_2}{\iff} \begin{cases} -x_1 + x_2 = y_3 \\ x_2 - 3x_3 = y_2 - 3y_3 \\ 2x_3 = y_1 - y_2 + 3y_3 \end{cases} \\
 &\iff \begin{cases} x_1 = \frac{3}{2}y_1 - \frac{1}{2}y_2 + \frac{1}{2}y_3 \\ x_2 = \frac{3}{2}y_1 - \frac{1}{2}y_2 + \frac{3}{2}y_3 \\ x_3 = \frac{1}{2}y_1 - \frac{1}{2}y_2 + \frac{3}{2}y_3 \end{cases} \\
 &\iff X = \begin{pmatrix} \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \end{pmatrix} Y.
 \end{aligned}$$

Donc A est inversible, et

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{3}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 3 & -1 & 1 \\ 3 & -1 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}.$$

On a, pour $(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3) \in \mathbb{R}^6$,

$$\begin{aligned}
 B \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} &\iff \begin{cases} x_1 + 4x_2 + 7x_3 = y_1 \\ 2x_1 + 5x_2 + 8x_3 = y_2 \\ 3x_1 + 6x_2 + 9x_3 = y_3 \end{cases} \\
 &\stackrel{L_2 \leftarrow L_2 - 2L_1, L_3 \leftarrow L_3 - 3L_1}{\iff} \begin{cases} x_1 + 4x_2 + 7x_3 = y_1 \\ -3x_2 - 6x_3 = y_2 - 2y_1 \\ -6x_2 - 12x_3 = y_3 - 3y_1 \end{cases} \\
 &\stackrel{L_3 \leftarrow L_3 - 2L_2}{\iff} \begin{cases} x_1 + 4x_2 + 7x_3 = y_1 \\ -3x_2 - 6x_3 = y_2 - 2y_1 \\ 0 = y_1 - 2y_2 + y_3 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Il existe des valeurs de y_1, y_2, y_3 pour lesquelles ce système n'admet pas de solution, donc la matrice B n'est pas inversible.

6.3.2 Deuxième présentation

On écrit côte à côte la matrice A et la matrice identité I_n , la matrice A à gauche, la matrice I_n à droite. On effectue des opérations élémentaires sur les lignes de A : ce sont les mêmes opérations élémentaires que dans la première présentation

du calcul. Pour chaque opération sur les lignes de A , on effectue la même opération sur les lignes de la matrice de droite (initialement égale à I_n).

On effectue ainsi des opérations sur les lignes de la matrice de gauche (initialement égale à A) jusqu'à ce que la matrice de gauche soit égale à I_n (à chaque étape, on effectue l'opération correspondante à droite).

Quand il est effectivement possible d'obtenir I_n à gauche, la matrice obtenue à droite est l'inverse de A .

Quand A n'est pas inversible, le calcul s'arrête sans que l'on puisse obtenir I_n à gauche (on s'arrête quand l'une des lignes de la matrice de gauche est nulle).

Exemple. Soit $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$. On écrit

$$\begin{array}{l}
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{array} \right) \quad (L_1 \leftrightarrow L_2) \quad \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{array} \right) \\
 \\
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & -1 & 0 & 1
 \end{array} \right) \quad \left(\begin{array}{l} L_3 \leftarrow L_3 - L_1 \\ L_4 \leftarrow L_4 - L_1 \end{array} \right) \\
 \\
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -2 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & -1 & -2 & -1 & -1 & 0 & 1
 \end{array} \right) \quad \left(\begin{array}{l} L_3 \leftarrow L_3 - L_2 \\ L_4 \leftarrow L_4 - L_2 \end{array} \right) \\
 \\
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -1 & -2 & -1 & -1 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & -2 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0
 \end{array} \right) \quad (L_3 \leftrightarrow L_4) \\
 \\
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -1 & -2 & -1 & -1 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 3 & 1 & 1 & 1 & -2
 \end{array} \right) \quad (L_4 \leftarrow L_4 - 2L_3) \\
 \\
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -1 & -2 & -1 & -1 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & -2/3
 \end{array} \right) \quad (L_4 \leftarrow \frac{1}{3}L_4) \\
 \\
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 1 & 0 & -1/3 & 2/3 & -1/3 & 2/3 \\
 0 & 1 & 1 & 0 & 2/3 & -1/3 & -1/3 & 2/3 \\
 0 & 0 & -1 & 0 & -1/3 & -1/3 & 2/3 & -1/3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & -2/3
 \end{array} \right) \quad \left(\begin{array}{l} L_3 \leftarrow L_3 + 2L_4 \\ L_2 \leftarrow L_2 - L_4 \\ L_1 \leftarrow L_1 - L_4 \end{array} \right) \\
 \\
 \left(\begin{array}{cccc|cccc}
 1 & 0 & 0 & 0 & -2/3 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 1/3 & -2/3 & 1/3 & 1/3 \\
 0 & 0 & -1 & 0 & -1/3 & -1/3 & 2/3 & -1/3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/3 & -2/3
 \end{array} \right) \quad \left(\begin{array}{l} L_2 \leftarrow L_2 + L_3 \\ L_1 \leftarrow L_1 + L_3 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Il reste à effectuer l'opération $L_3 \leftarrow -L_3$ pour obtenir I_4 à gauche. On conclut alors que A est inversible, et que

$$A^{-1} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}.$$

6.3.3 Cas particulier des matrices carrées de taille 2

Proposition

Soit $A \in M_2(\mathbb{K})$. Notons $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$. Alors A est inversible si et seulement si $a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \neq 0$, et dans ce cas,

$$A^{-1} = \frac{1}{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}} \begin{pmatrix} a_{22} & -a_{12} \\ -a_{21} & a_{11} \end{pmatrix}.$$

Démonstration. On calcule

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{22} & -a_{12} \\ -a_{21} & a_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} & -a_{11}a_{12} + a_{12}a_{11} \\ a_{21}a_{22} - a_{22}a_{21} & a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \end{pmatrix} = (a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Donc si $a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} \neq 0$, ce calcul permet de conclure que A est inversible et on trouve l'inverse annoncé.

Si $a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = 0$, alors le calcul indique qu'en notant $X_1 = \begin{pmatrix} a_{22} \\ -a_{21} \end{pmatrix}$ et $X_2 = \begin{pmatrix} -a_{12} \\ a_{11} \end{pmatrix}$, on a $AX_1 = 0$ et $AX_2 = 0$.

Si X_1 et X_2 sont nuls, alors en regardant leurs coefficients, on voit que A est la matrice nulle, donc n'est pas inversible. Sinon, on a trouvé une solution non nulle à l'équation $AX = 0$ d'inconnue $X \in M_{2,1}(\mathbb{K})$, ce qui implique que A n'est pas inversible. \square

7 Matrices triangulaires

Soit $n \in \mathbb{N}^*$.

Définition

Soit $A = (a_{ij})_{1 \leq i, j \leq n} \in M_n(\mathbb{K})$.

- On dit que A est **triangulaire supérieure** si pour tout $(i, j) \in \llbracket 1, n \rrbracket^2$ tel que $i > j$, $a_{ij} = 0$ (i.e. les coefficients situés sous la diagonale sont nuls).
- On dit que A est **triangulaire inférieure** si pour tout $(i, j) \in \llbracket 1, n \rrbracket^2$ tel que $i < j$, $a_{ij} = 0$ (i.e. les coefficients situés au dessus de la diagonale sont nuls).
- Si A est à la fois triangulaire supérieure et triangulaire inférieure (i.e. les coefficients situés en dehors de la diagonale sont nuls), on dit que A est **diagonale**.

Exemples

1. La matrice $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 4 & 5 \\ 0 & 0 & 6 \end{pmatrix}$ est triangulaire supérieure.
2. La matrice $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 3 & 5 & 6 \end{pmatrix}$ est triangulaire inférieure.
3. La matrice $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$ est diagonale.
4. La matrice nulle, ainsi que I_n , sont diagonales.

Proposition

L'ensemble des matrices triangulaires supérieures (resp. triangulaires inférieures, resp. diagonales) est un sous-espace vectoriel de $M_n(\mathbb{K})$.

Démonstration. Exercice.

Proposition

Soit $A = (a_{ij})_{1 \leq i, j \leq n} \in M_n(\mathbb{K})$ une matrice triangulaire supérieure (resp. inférieure).

La matrice A est inversible si et seulement si ses coefficients diagonaux, a_{11}, \dots, a_{nn} , sont tous non nuls.

Démonstration. On traite le cas où A est triangulaire supérieure.

Notons C_1, \dots, C_n les colonnes de A . Posons $E_0 = \{0\}$, et pour $i \in \llbracket 1, n \rrbracket$,

$$E_i = \left\{ \left(\begin{array}{c} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_i \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{array} \right) \mid (\alpha_1, \dots, \alpha_i) \in \mathbb{K}^i \right\}.$$

Alors E_i est un sous-espace vectoriel de $M_{n,1}(\mathbb{K})$ de dimension i (exercice).

• Supposons que $\forall i \in \llbracket 1, n \rrbracket, a_{ii} \neq 0$.

Il est alors facile de vérifier (parce que A est triangulaire) que la famille (C_1, \dots, C_n) est une famille libre de $M_{n,1}(\mathbb{K})$. Donc $\text{rg}(A) = n$ et A est inversible.

• Supposons qu'il existe un coefficient diagonal de A qui soit nul. Notons i_0 le plus petit indice correspondant à un coefficient diagonal nul : $i_0 = \min\{i \in \llbracket 1, n \rrbracket, a_{ii} = 0\}$.

Avec le même raisonnement que précédemment, on peut vérifier qu'alors la famille (C_1, \dots, C_{i_0-1}) est libre (si $i_0 = 1$, c'est la famille vide). Notons $F = \text{Vect}(C_1, \dots, C_{i_0-1})$. Alors $\dim F = i_0 - 1$. Mais F est un sous-espace vectoriel de E_{i_0-1} (car A est triangulaire supérieure), et $\dim E_{i_0-1} = i_0 - 1 = \dim F$, donc $F = E_{i_0-1}$.

Par ailleurs, puisque $a_{i_0 i_0} = 0$ (et que pour $i > i_0, a_{ii} = 0$ car A est triangulaire supérieure, on a $C_{i_0} \in E_{i_0}$. Donc $C_{i_0} \in F$, et la famille (C_1, \dots, C_{i_0}) est liée. Il en résulte que la famille (C_1, \dots, C_n) est liée, et que $\text{rg}(A) < n$. Donc A n'est pas inversible.

La proposition est démontrée. \square

8 Matrices symétriques

Soit $(n, p) \in (\mathbb{N}^*)^2$.

Définition

Soit $A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}} \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. On appelle **transposée** de A la matrice, notée ${}^t A$, appartenant à $M_{p,n}(\mathbb{K})$, et telle qu'en notant ${}^t A = (b_{k\ell})_{\substack{1 \leq k \leq p \\ 1 \leq \ell \leq n}}$, on ait

$$\forall (k, \ell) \in \llbracket 1, p \rrbracket \times \llbracket 1, n \rrbracket, b_{k\ell} = a_{\ell k}.$$

Exemples

1. La transposée d'une matrice colonne à n lignes est une matrice ligne à n colonnes.
2. La transposée d'une matrice ligne à p colonnes est une matrice colonne à p lignes.

3. Posons $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \end{pmatrix} \in M_{3,4}(\mathbb{K})$. Alors ${}^t A \in M_{4,3}(\mathbb{K})$, et ${}^t A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 9 \\ 2 & 6 & 10 \\ 3 & 7 & 11 \\ 4 & 8 & 12 \end{pmatrix}$.

4. La transposée d'une matrice triangulaire supérieure (resp. inférieure) est triangulaire inférieure (resp. supérieure).
5. Si $A \in M_n(\mathbb{K})$ est une matrice diagonale, alors ${}^t A = A$.

Remarque. Si $A \in M_{n,p}(\mathbb{K})$ a pour colonnes C_1, \dots, C_n : $A = \left(\begin{array}{c|ccc} | & & & | \\ C_1 & \dots & & C_p \\ | & & & | \end{array} \right)$, alors ${}^t A = \left(\begin{array}{ccc|c} - & - & {}^t C_1 & - \\ & & \vdots & \\ - & - & {}^t C_p & - \end{array} \right)$ est la matrice dont les lignes sont ${}^t C_1, \dots, {}^t C_p$.

Proposition

Soit $(m, n, p) \in (\mathbb{N}^*)^3$.

1. Pour toutes $A, B \in M_{n,p}(\mathbb{K})$, pour tout $(\lambda, \mu) \in \mathbb{K}^2$, on a ${}^t(\lambda A + \mu B) = \lambda {}^t A + \mu {}^t B$ (autrement dit, l'application « transposition » est linéaire).
2. Pour toute $A \in M_{n,p}(\mathbb{K})$, ${}^t({}^t A) = A$.
3. Pour toute $A \in M_{m,n}(\mathbb{K})$ et toute $B \in M_{n,p}(\mathbb{K})$, ${}^t(AB) = {}^t B {}^t A$.
4. Soit $A \in M_n(\mathbb{K})$ une matrice carrée. Supposons que A soit inversible. Alors ${}^t A$ est inversible, et $({}^t A)^{-1} = {}^t(A^{-1})$.

Démonstration. Les points 1, 2 et 3 sont laissés en exercice.

Soit $A \in GL_n(\mathbb{K})$. Notons $B = A^{-1}$. On a

$${}^t A {}^t B = {}^t(BA) = {}^t(I_n) = I_n$$

donc ${}^t A$ est inversible, d'inverse ${}^t B = {}^t(A^{-1})$, ce qu'il fallait montrer. \square

Définition

Soit $A \in M_n(\mathbb{K})$ une matrice carrée.

1. On dit que A est **symétrique** si ${}^t A = A$.
2. On dit que A est **antisymétrique** si ${}^t A = -A$.

Proposition

L'ensemble des matrices symétriques (resp. antisymétriques) de $M_n(\mathbb{K})$ est un sous-espace vectoriel de $M_n(\mathbb{K})$.

Démonstration. Exercice.

Remarque. Le produit de deux matrices symétriques n'est pas forcément symétrique. Par exemple, si

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

alors

$$AB = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 5 \\ 2 & 2 & 4 \\ 3 & 2 & 3 \end{pmatrix},$$

et AB n'est pas symétrique.

9 Systèmes linéaires

Soit $(n, p) \in (\mathbb{N}^*)^2$.

9.1 Définitions

Définition

Toute équation de la forme $AX = Y$, où $A \in M_{n,p}(\mathbb{K})$ et $Y \in M_{n,1}(\mathbb{K})$ sont fixés, et où $X \in M_{p,1}(\mathbb{K})$ est l'inconnue, est appelée **système linéaire** à n équations et p inconnues.

En notant $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_p \end{pmatrix}$, les inconnues sont les scalaires x_1, \dots, x_p . En notant $A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}}$ et $Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix}$, le

système $AX = Y$ s'écrit

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + \cdots + a_{1p}x_p = y_1 \\ a_{21}x_1 + \cdots + a_{2p}x_p = y_2 \\ \vdots \\ a_{n1}x_1 + \cdots + a_{np}x_p = y_n \end{cases}.$$

Remarque. Avec les mêmes notations, s'il existe $i \in \llbracket 1, n \rrbracket$ tel que $\forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, a_{ij} = 0$, et tel que $y_i \neq 0$, alors la $i^{\text{ème}}$ équation s'écrit $0x_1 + \cdots + 0x_p = y_i$, c'est à dire $0 = y_i$ avec $y_i \neq 0$ par hypothèse. Cette équation n'admet pas de solution, donc, a fortiori, le système n'admet pas de solution. On peut dire alors que ce système est impossible.

Définition

On reprend les notations de la définition, et l'on appelle (S) le système considéré.

- La matrice colonne Y est appelée le **second membre** du système (S) .
- Le système linéaire $(S_0) : AX = 0$ d'inconnue $X \in M_{p,1}(\mathbb{K})$ est appelé **système linéaire sans second membre** (ou : **homogène**) associé à (S) .
- Si $Y = 0$, on dit que (S) est un **système homogène**.
- Si A est triangulaire supérieure, on dit que le système (S) est échelonné.
- Si $n = p$ et que $A \in GL_n(\mathbb{K})$, on dit que (S) est un **système de Cramer**.

Proposition

Un système de Cramer admet une unique solution.

Démonstration. Avec les notations de la définition, on a, puisque A est supposée inversible

$$AX = Y \iff X = A^{-1}Y.$$

Donc le système admet une unique solution, égale à $A^{-1}Y$. □

9.2 Structure de l'ensemble des solutions

Soit $A = (a_{ij})_{\substack{1 \leq i \leq n \\ 1 \leq j \leq p}} \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. Soit $Y \in M_{n,1}(\mathbb{K})$. On considère le système

$$(S) \quad AX = Y$$

d'inconnue $X \in M_{p,1}(\mathbb{K})$.

On note (S_0) le système homogène associé.

Proposition

Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels tels que $\dim E = p$ et $\dim F = n$. Soit \mathcal{B}_1 une base de E . Soit \mathcal{B}_2 une base de F .

Soit $u \in L(E, F)$ l'unique application linéaire telle que $A = M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u)$. Pour $X \in M_{p,1}(\mathbb{K})$, notons $x \in E$ le vecteur tel que $X = M_{\mathcal{B}_1}(x)$. Alors

$$AX = 0 \iff x \in \text{Ker } u.$$

L'ensemble des solutions de (S_0) est un sous-espace vectoriel de $M_{p,1}(\mathbb{K})$ dont la dimension est égale à $\dim \text{Ker } u$. Par le théorème du rang, cette dimension est aussi égale à $p - \text{rg}(A)$.

Remarque. Il arrive que l'on rencontre la notation $\text{Ker } A$ pour désigner l'ensemble des solutions de (S_0) c'est à dire l'espace $\{X \in M_{p,1}(\mathbb{K}), AX = 0\}$. C'est un abus de notation, car l'on est en fait en train de considérer le noyau de l'application linéaire

$$\mu_A : \begin{array}{ccc} M_{p,1}(\mathbb{K}) & \longrightarrow & M_{n,1}(\mathbb{K}) \\ X & \longmapsto & AX \end{array}.$$

Proposition

L'ensemble des solutions de (S) est

- soit vide,
- soit réduit à un point,
- soit infini.

Dans les deux derniers cas (i.e, quand il existe au moins une solution), en notant \mathcal{S} l'ensemble des solutions de (S) et \mathcal{S}_0 l'ensemble des solutions de (S_0) (on a vu que \mathcal{S}_0 est un sous-espace vectoriel de $M_{p,1}(\mathbb{K})$), et en notant X_0 une solution particulière de (S) , on a

$$\mathcal{S} = X_0 + \mathcal{S}_0 = \{X_0 + X \mid X \in \mathcal{S}_0\}.$$

On dit alors que \mathcal{S} est un sous-espace affine de $M_{p,1}(\mathbb{K})$.

Démonstration. Supposons que S soit non vide, et montrons que l'on est alors dans l'un des deux derniers cas.

Soit $X_0 \in \mathcal{S}$.

Pour $X \in M_{p,1}(\mathbb{K})$, on a

$$X \in \mathcal{S} \iff AX = Y \iff AX = AX_0 \iff A(X - X_0) = 0 \iff (X - X_0) \in \mathcal{S}_0.$$

Si $\dim \mathcal{S}_0 = 0$, alors $X \in \mathcal{S} \iff X - X_0 = 0 \iff X = X_0$, et il n'y a donc qu'un seul élément dans \mathcal{S} .

Si $\dim \mathcal{S}_0 > 0$, alors \mathcal{S}_0 est infini, et donc, d'après les équivalences précédentes, \mathcal{S} l'est également. Plus précisément,

$$X \in \mathcal{S} \iff (\exists X' \in \mathcal{S}_0, X - X_0 = X') \iff (\exists X' \in \mathcal{S}_0, X = X_0 + X').$$

On a donc

$$\mathcal{S} = \{X_0 + X' \mid X' \in \mathcal{S}_0\},$$

comme annoncé. □

9.3 Méthode du pivot de Gauss

On reprend les notations du paragraphe précédent. On va effectuer des opérations élémentaires sur les lignes pour transformer le système (S) en un système équivalent qui soit échelonné.

Si la matrice A est nulle, le système est immédiat à résoudre. On suppose dans la suite que $A \neq 0$.

On dira « coefficient » (du système) pour désigner un coefficient de la matrice A . On suppose ainsi dans la suite qu'au moins un des coefficients du système est non nul.

Étape 1.

En permutant des lignes, on fait en sorte que la première ligne ait au moins un coefficient non nul. Notons $A' = (a'_{ij})_{i,j}$ la matrice obtenue après cette opération.

Étape 2.

Quitte à réordonner les termes de la somme, on peut supposer que le coefficient en position $(1, 1)$ est non nul. C'est ce coefficient qui va servir de pivot.

On effectue les opérations élémentaires suivantes : pour $i \in \llbracket 2, n \rrbracket$, $L_i \leftarrow L_i - \frac{a'_{i1}}{a'_{11}} L_1$.

Il est facile de vérifier que l'on obtient un système équivalent. L'effet de ces opérations est d'éliminer l'inconnue x_1 dans les lignes $2, 3, \dots, n$.

Étape 3.

À l'issue de l'étape 2, on dispose d'un sous-système, composé des lignes L_2, \dots, L_n , à $p - 1$ inconnues.

Si ce sous-système n'a que des coefficients nuls, on a fini. Sinon, on applique l'algorithme à partir de l'étape 1 sur ce sous-système. La ligne 1 ne sera plus modifiée, mais on la recopie à chaque fois pour garder un système équivalent.

Le nombre d'équations qu'il reste à modifier diminue à chaque fois, donc l'algorithme finit par s'arrêter.

À la fin, on a un système échelonné, qui se résout très facilement.

Exemples

1. Résoudre le système (S) $\begin{cases} 2y + z + t = 2 \\ x - 2y + z + 2t = 1 \\ 3x - 6y + 3z - t = 3 \end{cases}$, d'inconnue $(x, y, z, t) \in \mathbb{R}^4$.

Pour $(x, y, z, t) \in \mathbb{R}^4$,

$$(S) \begin{array}{l} \xleftrightarrow{L_1 \leftrightarrow L_2} \\ \end{array} \begin{cases} x - 2y + z + 2t = 1 \\ 2y + z + t = 2 \\ 3x - 6y + 3z - t = 3 \end{cases}$$

$$\begin{array}{l} \xleftrightarrow{L_3 \leftarrow L_3 - 3L_1} \\ \end{array} \begin{cases} x - 2y + z + 2t = 1 \\ 2y + z + t = 2 \\ -7t = 0 \end{cases}$$

$$\begin{array}{l} \xleftrightarrow{} \\ \end{array} \begin{cases} x = 1 + 2y - z \\ z = 2 - 2y \\ t = 0 \end{cases}$$

$$\begin{array}{l} \xleftrightarrow{} \\ \end{array} \begin{cases} x = -1 + 4y \\ z = 2 - 2y \\ t = 0 \end{cases}$$

L'ensemble des solutions est $\left\{ \begin{pmatrix} -1 + 4y \\ y \\ 2 - 2y \\ 0 \end{pmatrix} \mid y \in \mathbb{R} \right\}$. C'est la droite affine passant par $\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$ et dirigée par le vecteur $\begin{pmatrix} 4 \\ 1 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}$.

2. Résoudre le système (S) $\begin{cases} x + y = 0 \\ x + 2y = 1 \\ 2x + y = 2 \end{cases}$, d'inconnue $(x, y) \in \mathbb{R}^2$.

Pour $(x, y) \in \mathbb{R}^2$,

$$(S) \begin{array}{l} \xleftrightarrow{L_2 \leftarrow L_2 - L_1} \\ \xleftrightarrow{L_3 \leftarrow L_3 - 2L_1} \\ \end{array} \begin{cases} x + y = 0 \\ y = 1 \\ -y = 2 \end{cases} \begin{array}{l} \xleftrightarrow{L_3 \leftarrow L_3 + L_2} \\ \end{array} \begin{cases} x + y = 0 \\ y = 1 \\ 0 = 3 \end{cases}$$

La troisième équation n'a jamais de solution, donc le système (S) n'admet pas de solution.

9.4 Lien avec le rang d'une matrice

On conserve toujours les mêmes notations, et on considère le système linéaire homogène

$$(S_0) \begin{cases} a_{11}x_1 + \cdots + a_{1p}x_p = 0 \\ a_{21}x_1 + \cdots + a_{2p}x_p = 0 \\ \vdots \\ a_{n1}x_1 + \cdots + a_{np}x_p = 0 \end{cases}$$

associé à la matrice A . Supposons que par la méthode de Gauss, on ait montré que (S_0) était équivalent à un système (S') échelonné de la forme

$$(S') \begin{cases} b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + \cdots + b_{1\ell}x_\ell + \cdots + b_{1p}x_p = 0 \\ b_{22}x_2 + \cdots + b_{2\ell}x_\ell + \cdots + b_{2p}x_p = 0 \\ \vdots \\ b_{\ell\ell}x_\ell + \cdots + b_{\ell p}x_p = 0 \\ 0 = 0 \\ \vdots \\ 0 = 0 \end{cases}$$

où $\forall (i, j) \in \llbracket 1, n \rrbracket \times \llbracket 1, p \rrbracket$, $b_{ij} \in \mathbb{R}$, $\ell \in \llbracket 1, n \rrbracket$, et où $b_{11} \neq 0, \dots, b_{\ell\ell} \neq 0$.

On peut alors exprimer les variables x_1, \dots, x_ℓ en fonction des variables $x_{\ell+1}, \dots, x_p$ (on dit que $x_{\ell+1}, \dots, x_p$ sont des variables libres), et il est facile de vérifier que l'ensemble des solutions de (S') est de dimension $p - \ell$ (le nombre de variables libres). Comme (S') est équivalent à (S_0) , l'ensemble des solutions de (S') est égal à celui de (S_0) , que nous notons \mathcal{S}_0 .

Notons (C_1, \dots, C_p) les colonnes de A , et

$$u : \mathbb{K}^p \longrightarrow M_{n,1}(\mathbb{K}) \\ \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_p \end{pmatrix} \longmapsto x_1 C_1 + \dots + x_p C_p .$$

Alors par définition, $\text{rg}(u) = \text{rg}(C_1, \dots, C_p) = \text{rg}(A)$. De plus, $\text{Ker}(u) = \mathcal{S}_0$. Par le théorème du rang,

$$\text{rg}(A) = \text{rg}(u) = p - (p - \ell) = \ell.$$

Cela fournit une méthode pour calculer le rang de A , en résolvant un système linéaire. Cette méthode a l'avantage de donner aussi une base de $\mathcal{S}_0 = \text{Ker } u$ (grâce au système (S')).

Remarques

1. La méthode du pivot de Gauss permet toujours de se ramener à un système échelonné, mais on ne peut pas, en général, savoir à l'avance quelles variables seront des variables libres. Cela dépend du choix des pivots lors de l'exécution de l'algorithme.
2. En reprenant les notations précédentes, il est possible que dans le système (S') l'une des variables libres « n'apparaisse pas », c'est à dire qu'elle soit partout affectée d'un coefficient nul. Ce n'est pas pour autant qu'il faut l'oublier dans le décompte des variables libres.

Exemple. Résoudre le système

$$(S_0) \begin{cases} x_1 + x_3 + x_4 = 0 \\ 2x_1 + x_3 - x_4 = 0 \\ x_3 + 3x_4 = 0 \end{cases} \text{ d'inconnue } \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^4.$$

Notons \mathcal{S}_0 l'ensemble des solutions de (S_0) . Pour $v = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^4$, on a

$$v \in \mathcal{S}_0 \underset{L_2 \leftarrow L_2 - 2L_1}{\iff} \begin{cases} x_1 + x_3 + x_4 = 0 \\ -x_3 - 3x_4 = 0 \\ x_3 + 3x_4 = 0 \end{cases} \underset{L_3 \leftarrow L_3 + L_2}{\iff} \begin{cases} x_1 + x_3 + x_4 = 0 \\ -x_3 - 3x_4 = 0 \\ 0 = 0 \end{cases} .$$

On prend donc comme variables libres x_2 et x_4 .

$$v = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} \in \mathcal{S}_0 \iff \begin{cases} x_1 = 2x_4 \\ x_3 = -3x_4 \end{cases} \iff v = \begin{pmatrix} 2x_4 \\ x_2 \\ -3x_4 \\ x_4 \end{pmatrix} = x_2 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + x_4 \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix} \iff v \in \text{Vect} \left(\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix} \right).$$

Ainsi $\mathcal{S}_0 = \text{Vect} \left(\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix} \right)$, et il est immédiat que la famille $\left(\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix} \right)$ est libre (grâce aux deuxième et quatrième composantes). C'est donc une base de \mathcal{S}_0 . On a $\dim \mathcal{S}_0 = 2$, puis $\text{rg}(A) = 4 - 2 = 2$.

Matrices

Dans cette feuille d'exercices, \mathbb{K} désigne \mathbb{R} ou \mathbb{C} .

Exercice 1.

On travaille dans \mathbb{R}^3 . On désigne par $\mathcal{C} = (e_1, e_2, e_3)$ la base canonique. On pose aussi

$$b_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad b_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad b_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \beta_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}, \quad \beta_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad \beta_3 = \begin{pmatrix} -2 \\ -1 \\ 4 \end{pmatrix}$$

et $\mathcal{F}_1 = (b_1, b_2, b_3)$, $\mathcal{F}_2 = (\beta_1, \beta_2, \beta_3)$.

1. Montrer que les familles \mathcal{F}_1 et \mathcal{F}_2 sont des bases de \mathbb{R}^3 .
2. Soit $v = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$. Préciser $M_{\mathcal{C}}(v)$, $M_{\mathcal{F}_1}(v)$, et $M_{\mathcal{F}_2}(v)$.
3. On note Id pour $\text{Id}_{\mathbb{R}^3}$. Donner $M_{\mathcal{F}_1, \mathcal{C}}(\text{Id})$, $M_{\mathcal{C}, \mathcal{F}_2}(\text{Id})$, puis $M_{\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2}(\text{Id})$.
4. Que dire
 - de la matrice colonne $M_{\mathcal{F}_1}(v)$ et du produit $M_{\mathcal{C}, \mathcal{F}_1}(\text{Id})M_{\mathcal{C}}(v)$?
 - de la matrice colonne $M_{\mathcal{F}_2}(v)$ et du produit $M_{\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2}(\text{Id})M_{\mathcal{C}, \mathcal{F}_1}(\text{Id})M_{\mathcal{C}}(v)$?

Exercice 2.

Pour $P \in \mathbb{R}_3[X]$, on note $f(P)$ le reste de la division euclidienne de XP par le polynôme $A = X^4 - 5X^2 + 4$. On pose aussi

$$P_1 = X^3 + X^2 - 4X - 4, \quad P_2 = X^3 + 2X^2 - X - 2, \quad P_{-1} = X^3 - X^2 - 4X + 4, \quad P_{-2} = X^3 - 2X^2 - X + 2.$$

1. En trouvant des racines évidentes, factoriser complètement les polynômes P_1, P_2, P_{-1}, P_{-2} , et A .
2. Montrer que la famille $(P_1, P_2, P_{-1}, P_{-2})$ est une base de $\mathbb{R}_3[X]$. On note \mathcal{B} cette famille.
3. Montrer que l'application f , qui à tout $P \in \mathbb{R}_3[X]$ associe le polynôme $f(P)$, est un endomorphisme de $\mathbb{R}_3[X]$.
4. On note $\mathcal{B}_0 = (1, X, X^2, X^3)$ la base canonique de $\mathbb{R}_3[X]$. Donner $M_{\mathcal{B}_0}(f)$.
5. Donner $M_{\mathcal{B}}(f)$.

Exercice 3.

Soit $n \in \mathbb{N}^*$. Soit E un \mathbb{K} -espace vectoriel de dimension n . Soient F et G deux sous-espaces vectoriels de E supplémentaires dans E . On note $n_1 = \dim F$ et $n_2 = \dim G$. Alors $n_1 + n_2 = n$.

Soit (b_1, \dots, b_{n_1}) une base de F . Soit $(\beta_1, \dots, \beta_{n_2})$ une base de G . On note $\mathcal{B} = (b_1, \dots, b_{n_1}, \beta_1, \dots, \beta_{n_2})$. C'est une base de E .

Soit $p \in L(E)$ la projection sur F parallèlement à G . Soit $s \in L(E)$ la symétrie par rapport à F parallèlement à G .

1. Donner $M_{\mathcal{B}}(p)$ et $M_{\mathcal{B}}(s)$.
2. Un exemple. On travaille dans \mathbb{R}^3 , et on note \mathcal{B}_0 la base canonique de \mathbb{R}^3 . Soit p l'endomorphisme de \mathbb{R}^3 tel que

$$M_{\mathcal{B}_0}(p) = \begin{pmatrix} -1 & 2 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Montrer que p est une projection, et trouver une base \mathcal{B} de \mathbb{R}^3 qui soit adaptée à p , comme dans la question 1.

Exercice 4. Produits matriciels

Dans la liste suivante, déterminer tous les couples de matrices dont on peut faire le produit, et calculer alors le produit. Déterminer tous les couples de matrices qui commutent.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}, \quad D = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}, \quad E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad F = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Exercice 5.

Soient

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 5 & 2 & 6 \\ -2 & -1 & -3 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 5 & 3 & 6 \\ -2 & -1 & -2 \end{pmatrix}$$

1. Calculer A^2 , puis A^n pour tout $n \in \mathbb{N}$.
2. Calculer B^n pour $n \in \mathbb{N}$ (on commencera par trouver une relation simple entre A et B permettant d'utiliser la question précédente).

Exercice 6.Soit $(n, p) \in (\mathbb{N}^*)^2$. Soit $B \in M_{n,p}(\mathbb{K})$.Soit $A \in M_n(\mathbb{K})$ une matrice inversible (on a donc $A \in GL_n(\mathbb{K})$).Soit $C \in M_p(\mathbb{K})$ une matrice inversible (on a donc $C \in GL_p(\mathbb{K})$).Montrer que $\text{rg}(AB) = \text{rg}(B)$ et que $\text{rg}(BC) = \text{rg}(B)$.**Exercice 7.**

Calculer le rang des matrices suivantes :

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 5 & -3 \\ 2 & 3 & 1 & -4 \\ 3 & 8 & -3 & -5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 & -1 \\ 2 & 1 & -1 & 4 \\ -3 & 0 & 3 & -2 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 & a & 1 & b \\ a & 1 & b & 1 \\ 1 & b & 1 & a \\ b & 1 & a & 1 \end{pmatrix} \quad \text{où } (a, b) \in \mathbb{R}^2.$$

Exercice 8.Soit $n \in \mathbb{N}^*$. Soit $(A, B) \in (\mathcal{M}_n(\mathbb{K}))^2$ tel que $A + B = AB$.Montrer que $A - I_n$ est inversible et calculer son inverse.**Exercice 9.**

Calculer, quand il existe, l'inverse des matrices suivantes :

$$\text{a) } A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & -1 & 3 \\ 4 & 1 & 8 \end{pmatrix} \quad \text{b) } B = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 2 \\ 2 & -3 & 6 \\ 1 & 1 & 7 \end{pmatrix} \quad \text{c) } C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -4 \\ 1 & 5 & -1 \\ 3 & 13 & -6 \end{pmatrix}$$

Exercice 10.Soit $(n, p) \in (\mathbb{N}^*)^2$. Soit $A \in M_{n,p}(\mathbb{K})$. Le but de l'exercice est de montrer que $\text{rg}(A) = \text{rg}({}^t A)$.Soient E et F deux \mathbb{K} -espaces vectoriels tels que $\dim E = p$ et $\dim F = n$. Soit \mathcal{B}_1 une base de E . Soit \mathcal{B}_2 une base de F . Soit $u \in L(E, F)$ l'unique application linéaire vérifiant $M_{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2}(u) = A$.Soit H un supplémentaire de $\text{Ker}(u)$ dans E . On note $k = \dim(\text{Ker } u)$ et $r = \text{rg}(u)$.

1. Quelle est la relation entre k et r ? et entre $\dim(H)$ et r ?
2. Soit (b_1, \dots, b_{p-k}) une base de H . Soit (b_{p-k+1}, \dots, b_p) une base de $\text{Ker } u$. On note $\mathcal{B}'_1 = (b_1, \dots, b_{p-k}, b_{p-k+1}, \dots, b_p)$. Alors \mathcal{B}'_1 est une base de E .
Pour $j \in \llbracket 1, p-k \rrbracket$, on pose $\beta_j = u(b_j)$.
Montrer que $(\beta_1, \dots, \beta_{p-k})$ est une base de $\text{Im } u$.
3. En particulier, $(\beta_1, \dots, \beta_{p-k})$ est une famille libre de F , on peut, d'après le théorème de la base incomplète, la compléter en une base $\mathcal{B}'_2 = (\beta_1, \dots, \beta_{p-k}, \beta_{p-k+1}, \dots, \beta_n)$ de F .
Donner $M_{\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}'_2}(u)$. On note cette matrice J_r .
4. On note $P = \text{Pass}(\mathcal{B}_2, \mathcal{B}'_2)$ et $Q = \text{Pass}(\mathcal{B}'_1, \mathcal{B}_1)$. Exprimer A en fonction de J_r , P , et Q .
5. Quel est le rang de J_r ? et celui de ${}^t J_r$?
6. Exprimer ${}^t A$ en fonction de ${}^t J_r$, ${}^t P$, et ${}^t Q$.
7. Montrer que $\text{rg}({}^t A) = \text{rg}(A)$ (on utilisera l'exercice 6).

Annexe 11 : Cours du professeur L.D. sur les intégrales

En plus des documents recueillis pour les quatre étudiants de K de la promotion 2012-2013 sur le chapitre *Matrices*, nous avons pu avoir recours grâce à L.D. aux documents de deux de ces étudiants pour un chapitre de deuxième année choisi par le professeur (*Intégrales sur un intervalle quelconque*).

Pour ce chapitre, le polycopié du professeur distribué aux étudiants (joint ci-dessous) constitue une ossature de cours de 11 pages, comportant des définitions, des propositions (non démontrées) et des énoncés d'exercices. De plus, les deux dernières pages donnent « *Quelques démonstrations* » détaillées (cinq parmi les 14 propositions du cours). Les notes de cours des étudiants sont semblables à celles de première année pour le chapitre *Matrice* : il s'agit de compléter le cours du polycopié par des exemples, des démonstrations et les solutions des exercices proposés en ajoutant éventuellement des indications et signes personnels. Les notes révèlent des commentaires de la part du professeur de l'ordre du savoir théorique ainsi que des commentaires pratiques. En plus de ce polycopié de cours, les étudiants ont trois fiches d'exercices d'application (jointes ci-dessous) : une fiche "vrai ou faux" avec 12 propositions, une fiche de calcul d'intégrales (six exercices avec une dizaine d'intégrales pour chacun) et une fiche avec deux exercices extraits d'anciens sujets de concours. Nous n'avons pas les notes des étudiants pour la résolution/correction de ces exercices.

Polycopié de cours et fiche d'exercices du professeur L.D.

Intégrales sur un intervalle quelconque

1. Connaître les trois cadres d'intégration de première année.
2. Réviser le théorème des sommes de Riemann (S_n et T_n).
3. Pour f continue sur $[a, b[$ (éventuellement $b = +\infty$) savoir définir : « l'intégrale (impropre) $\int_a^b f(t) dt$ converge ». Même question pour f continue sur $]a, b]$ puis pour f continue sur $]a, b[$.
4. Connaître la nature des intégrales de référence de Riemann :

$$\int_1^{+\infty} \frac{1}{t^\alpha} dt \quad \text{et} \quad \int_0^1 \frac{1}{t^\alpha} dt, \quad \int_a^b \frac{1}{(b-t)^\alpha} dt, \quad \int_a^b \frac{1}{(t-a)^\alpha} dt$$

5. Citer les théorèmes de positivité, croissance et de stricte positivité (deux énoncés).
6. Théorèmes de comparaison pour des fonctions continues positives pour lesquelles $f \leq g$ ou $f \sim g$ ou $f = o(g)$.
7. Convergence absolue.
8. Inégalité concernant $\left| \int_a^b f(t) dt \right|$.
9. Savoir qu'on ne fait pas d'intégration par parties sur une intégrale impropre, mais qu'on revient sur un segment (intégrale partielle), qu'on intègre par parties, et qu'on passe à la limite.
10. Théorème de changement de variable.
11. Fonction Gamma : savoir définir $\Gamma(x)$; connaître l'intervalle de définition de Γ ; connaître l'expression de $\Gamma(x+1)$ en fonction de $\Gamma(x)$; connaître la formule pour $\Gamma(n)$ quand $n \geq 1$.
12. Théorème de comparaison série-intégrale.

1 Récapitulatif des intégrales de première année

En première année, nous avons défini l'intégrale de 3 types de fonctions.

1. Intégrale d'une fonction en escalier sur un segment.

Pour f fonction en escalier sur $[a, b]$ et (a_0, a_1, \dots, a_n) une subdivision de $[a, b]$ adaptée à f :

$$\int_a^b f(t)dt = \sum_{i=0}^{n-1} (a_{i+1} - a_i)c_i \text{ où } c_i \text{ est la valeur de } f \text{ sur }]a_i, a_{i+1}[$$

2. Intégrale d'une fonction continue sur un segment.

Soient f continue sur I , F primitive de f sur I et $(a, b) \in I^2$, on a :

$$\int_a^b f(t)dt = F(b) - F(a)$$

3. Intégrale d'une fonction continue par morceaux sur un segment.

f est continue par morceaux sur $[a, b]$ s'il existe une subdivision (a_0, a_1, \dots, a_n) de $[a, b]$ telle que $\forall i \in \llbracket 0, n-1 \rrbracket$:

$$\begin{cases} f \text{ est continue sur }]a_i, a_{i+1}[\\ f \text{ admet une limite finie à droite en } a_i \text{ et une limite finie à gauche en } a_{i+1} \end{cases}$$

Ainsi la restriction de f à $]a_i, a_{i+1}[$ est prolongeable par continuité sur $[a_i, a_{i+1}]$. On note f_i ce prolongement.

Pour f continue par morceaux sur $[a, b]$, on définit :

$$\int_a^b f(t)dt = \int_{a_0}^{a_1} f_0(t) dt + \int_{a_1}^{a_2} f_1(t)dt + \dots + \int_{a_{n-1}}^{a_n} f_{n-1}(t)dt$$

2 Intégrale impropre d'une fonction continue sur $[a, b[$ ($-\infty < a < b \leq +\infty$)

2.1 définition

DÉFINITION 1 Soit f une fonction continue sur $[a, b[$. L'intégrale impropre $\int_a^b f(t)dt$ est convergente

si $\int_a^x f(t)dt$ admet une limite finie quand $x \rightarrow b$. On pose alors $\int_a^b f(t)dt = \lim_{x \rightarrow b} \int_a^x f(t)dt$.

Dans le cas contraire, on dit que $\int_a^b f(t)dt$ diverge.

Faites l'analogie avec le chapitre Séries : l'intégrale impropre $\int_a^b f(t)dt$ converge si l'intégrale « partielle » $\int_a^x f(t)dt$ admet une limite finie en b .

2.4 relation de Chasles

PROPOSITION 4 Soit f une fonction continue sur $[a, b[$. Pour tout c de $[a, b[$, les intégrales $\int_a^b f(t)dt$ et $\int_c^b f(t)dt$ sont de même nature, et en cas de convergence, $\int_a^b f(t) dt = \int_a^c f(t) dt + \int_c^b f(t) dt$.

2.5 propriétés de « positivité » et « croissance »

PROPOSITION 5 Soient f et g deux fonctions continues sur $[a, b[$ ($a < b$) telles que les intégrales $\int_a^b f(t) dt$ et $\int_a^b g(t) dt$ convergent.

(1) - Si f est positive sur $[a, b[$ alors $\int_a^b f(t) dt \geq 0$.

(2) - Si f est strictement positive sur $[a, b[$ alors $\int_a^b f(t) dt > 0$.

(3) - Si f est positive sur $[a, b[$ et $\int_a^b f(t) dt = 0$, alors $\forall t \in [a, b[$, $f(t) = 0$.

(4) - Si $f \leq g$ sur $[a, b[$, alors $\int_a^b f(t) dt \leq \int_a^b g(t) dt$.

2.6 reste d'une intégrale convergente

DÉFINITION 2 Dans le cas où l'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ converge, on appelle reste la fonction R définie sur

$[a, b[$ par $R(x) = \int_x^b f(t)dt$.

Par la relation de Chasles, $R(x) = \int_a^b f(t)dt - \int_a^x f(t)dt$. On a $\lim_{x \rightarrow b} R(x) = 0$.

3 Intégrales sur un intervalle quelconque

3.1 intégrales sur un intervalle $]a, b]$ avec $-\infty \leq a < b < +\infty$

DÉFINITION 3 Soit f une fonction continue sur $]a, b]$. L'intégrale impropre $\int_a^b f(t) dt$ est convergente si $\int_x^b f(t) dt$ admet une limite finie quand $x \rightarrow a$. On pose alors $\int_a^b f(t) dt = \lim_{x \rightarrow a} \int_x^b f(t) dt$.
Dans le cas contraire, on dit que $\int_a^b f(t) dt$ diverge.

Exercice : étudier la nature de $\int_0^1 \ln t dt$.

PROPOSITION 6 Les propriétés rencontrées pour les intégrales impropres sur $[a, b[$ (linéarité, relation de Chasles, positivité, croissance...) sont à adapter dans le cas des intégrales généralisées sur $]a, b]$.

3.2 intégrales « plusieurs fois impropres »

DÉFINITION 4 Ici $-\infty \leq a = a_0 < a_1 < a_2 < \dots < a_p < a_{p+1} = b \leq +\infty$. On suppose f continue sur chaque intervalle $]a_i, a_{i+1}[$ pour $0 \leq i \leq p$.

On dit que l'intégrale impropre $\int_a^b f(t) dt$ converge lorsque toutes les intégrales $\int_{a_i}^{a_{i+1}} f(t) dt$ convergent.

On pose alors $\int_a^b f(t) dt = \sum_{i=0}^p \int_{a_i}^{a_{i+1}} f(t) dt$.

Si l'une au moins des intégrales $\int_{a_i}^{a_{i+1}} f(t) dt$ diverge, on dit que $\int_a^b f(t) dt$ diverge.

Exercice 1: montrer que $I = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-|t|} dt$ converge et calculer I .

Exercice 2: $f : t \mapsto \frac{1}{t^2 - 1}$.

1. Trouver a et b réels tels que $\forall t \in \mathbf{R} \setminus \{-1, 1\}$, $f(t) = \frac{a}{t+1} + \frac{b}{t-1}$.

2. Etudier la nature de $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt$.

4 Intégrales de référence

PROPOSITION 7 *intégrales de Riemann*

$$\int_1^{+\infty} \frac{1}{t^\alpha} dt \text{ converge si et seulement si } \alpha > 1$$

$$\int_0^1 \frac{1}{t^\alpha} dt \text{ converge si et seulement si } \alpha < 1$$

PROPOSITION 8 *variantes des intégrales de Riemann*

Pour a et b réels tels que $a < b$:

$$\int_a^b \frac{1}{(b-t)^\alpha} dt \text{ converge si et seulement si } \alpha < 1$$

$$\int_a^b \frac{1}{(t-a)^\alpha} dt \text{ converge si et seulement si } \alpha < 1$$

5 Cas des fonctions positives

Dans tout ce paragraphe, $-\infty < a < b \leq +\infty$ et f est continue sur $[a, b[$.

Si f est négative sur $[a, b[$, $-f$ est positive sur $[a, b[$. En utilisant : $\int_a^b f(t) dt = -\int_a^b (-f)(t) dt$, les théorèmes qui suivent permettent d'étudier la nature de $\int_a^b f(t) dt$.

Les théorèmes qui suivent sont à savoir adapter dans le cas d'intégrales impropres sur $]a, b]$ avec $-\infty \leq a < b < +\infty$.

5.1 préliminaire

PROPOSITION 9 *Soit f continue et positive sur $[a, b[$.*

L'intégrale $\int_a^b f(t) dt$ converge si et seulement si les primitives de f sont majorées sur $[a, b[$

5.2 théorèmes de comparaison

PROPOSITION 10 Soient f et g deux fonctions continues et positives sur $[a, b]$.

Règle de comparaison : on suppose que $0 \leq f \leq g$ sur $[a, b]$.

Si l'intégrale $\int_a^b g(t) dt$ converge, alors l'intégrale $\int_a^b f(t) dt$ converge, et on a $\int_a^b f(t) dt \leq \int_a^b g(t) dt$.

Si l'intégrale $\int_a^b f(t) dt$ diverge, alors l'intégrale $\int_a^b g(t) dt$ diverge.

Règle de négligeabilité : on suppose que $f = o(g)$ au voisinage de b .

Si l'intégrale $\int_a^b g(t) dt$ converge, alors l'intégrale $\int_a^b f(t) dt$ converge.

Si l'intégrale $\int_a^b f(t) dt$ diverge, alors l'intégrale $\int_a^b g(t) dt$ diverge.

Règle des équivalents : on suppose que $f \sim g$.

Les intégrales $\int_a^b f(t) dt$ et $\int_a^b g(t) dt$ sont de même nature.

5.3 exercices

1. Pour $n \in \mathbf{N}^*$, étudier la nature de $I_n = \int_2^{+\infty} \frac{1}{t^n - 1} dt$.

2. Montrer que $\int_{-\infty}^0 \frac{t}{t^6 + 1} dt$ converge.

3. Montrer que $I = \int_0^{+\infty} e^{-t^2} dt$ converge. On admet que $I = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$ (intégrale de Gauss).

4. Soit f une fonction positive et strictement croissante sur \mathbf{R} . Montrer que $\int_1^{+\infty} f(t) dt$ diverge.

5. Déterminer, selon les valeurs du paramètre $\alpha \in \mathbf{R}$, la nature de $\int_1^2 \frac{1}{(\ln t)^\alpha} dt$ et $\int_2^{+\infty} \frac{1}{(\ln t)^\alpha} dt$.

6 Convergence absolue

DÉFINITION 5 On dit que l'intégrale $\int_a^b f(t) dt$ est absolument convergente lorsque l'intégrale $\int_a^b |f(t)| dt$ est convergente.

PROPOSITION 11 Soit f continue sur $[a, b[$.

Si $\int_a^b f(t)dt$ est absolument convergente alors $\int_a^b f(t)dt$ est convergente. Dans ce cas, on a de plus :

$$\left| \int_a^b f(t)dt \right| \leq \int_a^b |f(t)|dt$$

Une intégrale peut être convergente et non absolument convergente : on dit alors qu'elle est semi-convergente.

L'intégrale de Dirichlet $\int_0^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt$ est semi-convergente.

Exercice : Montrer que $\int_0^1 \cos\left(\frac{1}{t}\right) dt$ converge. Montrer que $\int_1^{+\infty} \frac{\cos t}{t^2} dt$ converge.

7 Intégration par parties et changement de variable

ON N'EFFECTUE JAMAIS D'INTÉGRATION PAR PARTIES SUR UNE INTÉGRALE IMPROPRE ! Il faut revenir aux « intégrales partielles » sur un segment.

Exercice : pour $n \in \mathbb{N}$, on pose $I_n = \int_0^1 t(\ln t)^n dt$.

1. Soit $n \geq 1$. Effectuer une intégration par parties pour prouver que si I_{n-1} converge, I_n converge aussi, et donner un lien entre I_n et I_{n-1} .
2. Montrer que pour tout $n \in \mathbb{N}$, I_n converge, et donner sa valeur.

PROPOSITION 12 changement de variable

a et α désignent un réel ou $-\infty$, b et β désignent un réel ou $+\infty$.

Soit f continue sur $]a, b[$. Soit φ une fonction de classe C^1 , strictement monotone, réalisant une bijection de $]a, b[$ dans $]\alpha, \beta[$.

Les intégrales $\int_a^b f(\varphi(t))\varphi'(t)dt$ et $\int_a^b f(u)du$ sont de même nature. En cas de convergence :

- si φ est croissante, $\int_a^b f(u)du = \int_a^b (f \circ \varphi)(t)\varphi'(t) dt$

- si φ est décroissante, $\int_a^b f(u)du = - \int_a^b (f \circ \varphi)(t)\varphi'(t) dt$.

PROPOSITION 13 Soient a un réel positif ou $+\infty$, et f une fonction continue sur $] -a, a[$.

Si f est paire et si $\int_0^a f(t)dt$ converge, alors $\int_{-a}^a f(t)dt$ converge et $\int_{-a}^a f(t)dt = 2 \int_0^a f(t)dt$.

Si f est impaire et si $\int_0^a f(t)dt$ converge, alors $\int_{-a}^a f(t)dt$ converge et $\int_{-a}^a f(t)dt = 0$.

Exercice 1 : on rappelle que $I = \int_0^{+\infty} e^{-t^2} dt = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$ (intégrale de Gauss).

En déduire que les intégrales suivantes convergent et les calculer : $J = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2} dt$ et $K = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$.

Exercice 2 : on pose $I = \int_1^{+\infty} \cos(t^2) dt$, $J = \int_1^{+\infty} \frac{\cos x}{\sqrt{x}} dx$ et $K = \int_1^{+\infty} \frac{\sin x}{x^{\frac{3}{2}}} dx$.

A l'aide d'un changement de variable, montrer que I et J sont de même nature.

A l'aide d'une intégration par parties, montrer que J et K sont de même nature. En déduire la nature de l'intégrale I .

8 La fonction Gamma

DÉFINITION-PROPOSITION 1 La fonction gamma, notée Γ , est la fonction donnée par :

$$\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$$

Son domaine de définition est $]0, +\infty[$. On a les propriétés :

$$\forall x > 0, \Gamma(x+1) = x\Gamma(x) \quad \text{et} \quad \forall n \in \mathbb{N}^*, \Gamma(n) = (n-1)!$$

9 Comparaison série-intégrale (fonction positive)

PROPOSITION 14 Soit f continue, positive et décroissante sur $[a, +\infty[$. La série de terme général

$f(n)$ et l'intégrale impropre $\int_a^{+\infty} f(t) dt$ sont de même nature.

Exercice d'application :

1. Exemple des intégrales et des séries de Riemann.

2. Étudier la nature de $\int_2^{+\infty} \frac{1}{t \ln t} dt$. En déduire la nature de la série de terme général $\frac{1}{n \ln n}$.

10 Quelques démonstrations

10.1 démonstration de la propriété 1 en page 3

Soit f une fonction continue sur $[a, b]$.

Soit F une primitive de f sur $[a, b]$. F est continue sur $[a, b]$ donc en b .

$\int_a^b f(t)dt = F(b) - F(a) = \lim_{x \rightarrow b} F(x) - F(a) = \lim_{x \rightarrow b} (F(x) - F(a)) = \lim_{x \rightarrow b} \int_a^x f(t)dt$, et l'intégrale d'une fonction continue sur un segment et l'intégrale généralisée dans le cas d'une fonction continue sur un segment coïncident.

10.2 démonstration de la propriété 2 en page 3

Soit f une fonction continue sur $[a, b[$ et prolongeable par continuité sur $[a, b]$: f admet un prolongement continu \tilde{f} sur $[a, b]$, donné par : $\tilde{f}(x) = \begin{cases} f(x) & \text{pour } x \in [a, b[\\ \lim f & \text{pour } x = b \end{cases}$. Pour $x \in [a, b[$, on a $\int_a^x f(t)dt = \int_a^x \tilde{f}(t)dt$.

Comme \tilde{f} est continue sur $[a, b]$, $\int_a^b \tilde{f}(t)dt$ existe et correspond à $\lim_{x \rightarrow b^-} \int_a^x \tilde{f}(t)dt$. On en déduit que $\lim_{x \rightarrow b^-} \int_a^x f(t)dt$ existe (et vaut $\int_a^b \tilde{f}(t)dt$).

10.3 démonstration de la propriété 5 en page 4

Soit f continue positive sur $[a, b[$ et telle que $\int_a^b f(t)dt$ converge.

• soit $x \in [a, b[$. Pour tout $t \in [a, x]$, $f(t) \geq 0$. Par « positivité » de l'intégrale sur un segment, on a $\int_a^x f(t)dt \geq 0$.

Par « passage à la limite dans une inégalité large », quand $x \rightarrow b$, on a : $\int_a^b f(t)dt \geq 0$.

• On suppose de plus que f est strictement positive sur $[a, b[$.

Soit F une primitive de f sur $[a, b[$. Pour $x \in [a, b[$, on a : $F'(x) = f(x) > 0$. F est continue et strictement croissante sur $[a, b[$, bijection de $[a, b[$ dans $[F(a), \lim_b F[$. Donc $\lim_b F > F(a)$ (1).

Or pour $x \in [a, b[$, $F(x) - F(a) = \int_a^x f(t)dt$, donc $\lim_b F = \int_a^b f(t)dt + F(a)$ (2).

De (1) et (2), on déduit que $\int_a^b f(t)dt > 0$.

• Ici on suppose que f est positive sur $[a, b[$ et que $\int_a^b f(t)dt = 0$.

Soit F une primitive de f sur $[a, b[$. Pour $x \in [a, b[$, on a : $F'(x) = f(x) \geq 0$. F est croissante sur $[a, b[$, donc pour tout $x \in [a, b[$, on a $F(a) \leq F(x) \leq \lim_b F$ (1).

Or pour $x \in [a, b[$, $F(x) - F(a) = \int_a^x f(t)dt$, donc $\lim_b F = \int_a^b f(t)dt + F(a) = F(a)$ (2).

De (1) et (2), on déduit que F est constante (égale à $F(a)$) sur $[a, b[$, et en dérivant, $F' = f$ est nulle sur $[a, b[$.

• Soit $x \in [a, b[$. Pour tout $t \in [a, b[$, on a $f(t) \leq g(t)$, et par « croissance » pour l'intégrale d'une fonction continue sur un segment, on a $\int_a^x f(t)dt \leq \int_a^x g(t)dt$. Passons à la limite dans cette inégalité large quand x tend vers b . On obtient : $\int_a^b f(t)dt \leq \int_a^b g(t)dt$.

10.4 démonstration de la propriété 11 en page 8

On suppose que f est continue sur $[a, b[$ et que $\int_a^b f(t)dt$ converge absolument.

On écrit, pour $t \in [a, b[$: $f(t) = f(t) + |f(t)| - |f(t)| = g(t) - |f(t)|$ où $g(t) = f(t) + |f(t)|$.

Pour t tel que $f(t) \geq 0$, on a $g(t) = 2f(t) = 2|f(t)|$, et pour t tel que $f(t) < 0$, on a $g(t) = 0$, de sorte que pour tout t de $[a, b[$, on a :

$$0 \leq g(t) \leq 2|f(t)|$$

Par le théorème de comparaison des intégrales convergentes de fonctions positives, on a : $\int_a^b g(t)dt$ converge.

Par somme d'intégrales convergentes (ou linéarité), $\int_a^b f(t)dt$ converge.

De plus, pour tout t de $[a, b[$:

$$\begin{aligned} -|f(t)| &\leq f(t) \leq |f(t)| \\ &\text{par « croissance de l'intégrale » :} \\ \int_a^b -|f(t)|dt &\leq \int_a^b f(t)dt \leq \int_a^b |f(t)|dt \\ &\text{par linéarité :} \\ -\int_a^b |f(t)|dt &\leq \int_a^b f(t)dt \leq \int_a^b |f(t)|dt \\ \left| \int_a^b f(t)dt \right| &\leq \int_a^b |f(t)|dt \end{aligned}$$

10.5 démonstration de la propriété 13 en page 9

Soient $a > 0$ ou $a = +\infty$, et f une fonction continue sur $] -a, a[$ telle que $\int_0^a f(t)dt$ converge.

Soit $\varphi : u \mapsto -u$. φ est de classe \mathcal{C}^1 , continue et strictement décroissante sur $] -a, 0]$; φ réalise une bijection de $] -a, 0]$ dans $[0, a[$. Puisque $\int_0^a f(t)dt$ converge, par la propriété de changement de variable, $\int_{-a}^0 -f(-u)du$

converge et (φ étant décroissante) $\int_0^a f(t)dt = -\int_{-a}^0 -f(-u)du = \int_{-a}^0 f(-u)du$.

Si f est paire, on obtient $\int_0^a f(t)dt = \int_{-a}^0 f(t)dt$, donc $\int_{-a}^a f(t)dt$ converge, et par la relation de Chasles :

$$\int_{-a}^a f(t)dt = \int_{-a}^0 f(t)dt + \int_0^a f(t)dt = 2 \int_0^a f(t)dt.$$

Si f est impaire, on obtient $\int_0^a f(t)dt = \int_{-a}^0 -f(t)dt$, donc $\int_{-a}^a f(t)dt$ converge, et par la relation de Chasles :

$$\int_{-a}^a f(t)dt = \int_{-a}^0 f(t)dt + \int_0^a f(t)dt = 0.$$

Vrai ou faux ?

		Vrai	Faux
1.	Soit f une fonction continue sur $[0, 1]$. Si pour tout t de $[0, 1]$ $f(t) \geq 0$, alors : $\int_0^1 f(t) dt \geq 0$.		
2.	Soit f une fonction continue sur $[0, 1]$. Si $\int_0^1 f(t) dt \geq 0$, alors : pour tout t de $[0, 1]$ $f(t) \geq 0$.		
3.	Une primitive de la fonction $x \mapsto e^{x^2}$ sur \mathbf{R}_+^* est la fonction $x \mapsto \frac{1}{2x} e^{x^2}$.		
4.	Une primitive de $x \mapsto \frac{1}{x^n}$ sur $]0, +\infty[$ est $x \mapsto \frac{-1}{(n-1)x^{n-1}}$.		
5.	Une primitive de $x \mapsto \frac{2x}{x^2-1}$ sur $] -1, +1[$ est $x \mapsto \ln(x^2 - 1)$.		
6.	Quels que soient les réels a et b positifs, on a : $\int_a^b x dx \geq 0$.		
7.	$\int_{-2}^{-1} \frac{dt}{1-t} = [\ln(1-t)]_{-2}^{-1}$.		
8.	$\int_0^1 \sqrt{t} dt = \frac{2}{3}$.		
9.	Soit une fonction f continue sur \mathbf{R} . On définit la fonction G sur \mathbf{R} par $G(x) = \int_2^x f(t) dt$. Alors G est dérivable sur \mathbf{R} , et pour tout réel x , on a : $G'(x) = f(x)$.		
10.	Si une fonction f est continue sur \mathbf{R} , alors $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \int_0^x f(t) dt = f(0)$.		
11.	Pour calculer $\int_0^1 x^3 e^{x^2} dx$, une bonne idée est d'intégrer par parties en posant $u(x) = x^3$ et $v'(x) = e^{x^2}$.		
12.	Pour tout entier $n \geq 0$, $\int_0^1 (1-x)^n dx = \left[\frac{1}{n+1} (1-x)^{n+1} \right]_0^1 = -\frac{1}{n+1}$.		

Exercice 1

Calculer les intégrales suivantes, en reconnaissant une forme simple, ou en s'y ramenant:

1. $\int_0^1 x^3 dx$

3. $\int_0^1 e^{\sqrt{3}x} dx$

5. $\int_{-1}^1 x dx$

7. $\int_{-1}^1 \frac{1}{3x+5} dx$

9. $\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{4x+1}} dx$

11. $\int_0^1 \frac{e^{2x}}{e^{2x}+1} dx$

2. $\int_0^1 e^{-3x/2} dx$

4. $\int_0^1 \frac{1}{1+3x} dx$

6. $\int_0^3 (2x-1) dx$

8. $\int_0^1 \frac{x}{3x^2+2} dx$

10. $\int_{-1}^1 (e^{2x} - e^{-2x}) dx$

12. $\int_0^1 \frac{x^2}{x^3+2} dx$

Exercice 2

Calculer les intégrales suivantes, en reconnaissant une forme simple, ou en s'y ramenant:

Ci-dessous, k et X sont considérés comme des paramètres, c'est-à-dire des quantités fixées, mais dont on ne connaît pas la valeur.

1. $\int_0^1 x^k dx$

3. $\int_0^X x^k dx$

5. $\int_{-1}^1 (x^2 + 3x + 7) dx$

7. $\int_0^1 \frac{e^{-x}}{e^{-x}+1} dx$

9. $\int_0^1 \frac{e^{2x}}{(e^{2x}+1)^2} dx$

11. $\int_2^e \frac{1}{x \ln^2 x} dx$

2. $\int_0^X x^3 dx$

4. $\int_0^2 \frac{1}{(3x+1)^2} dx$

6. $\int_2^3 \frac{1}{x \ln x} dx$

8. $\int_1^2 \frac{\ln x}{x} dx$

10. $\int_1^2 \frac{3x + \ln x}{x} dx$

12. $\int_1^2 \frac{3 \ln^2 x + \ln x + 2}{x} dx$

Exercice 3

Calculer les intégrales suivantes.

Ci-dessous, k et X sont considérés comme des paramètres, c'est-à-dire des quantités fixées, mais dont on ne connaît pas la valeur.

1. $\int_0^2 \frac{x+2}{x^2+4x+5} dx$

3. $\int_0^X \frac{e^{-x}}{3} dx$

5. $\int_0^1 xe^{-x^2} dx$

7. $\int_0^3 |x-2| dx$

9. $\int_0^3 \frac{|x-1|}{x^2-2x+5} dx$

11. $\int_2^{2e} \frac{|\ln x - 1|}{x} dx$

2. $\int_0^X e^{-kx} dx$

4. $\int_1^2 \frac{\ln(3x)}{x} dx$

6. $\int_1^3 \frac{1}{x^2} e^{-\frac{1}{x}} dx$

8. $\int_0^4 |x^2 - 3x + 2| dx$

10. $\int_1^2 \frac{3x^2 + 2x + 1}{x} dx$

12. $\int_1^2 \frac{e^{-\sqrt{x}}}{\sqrt{x}} dx$

Exercice 4

Calculer les intégrales suivantes.

Ci-dessous, n est considéré comme un paramètre entier positif, c'est-à-dire un entier positif fixé, mais dont on ne connaît pas la valeur.

A. Calculer les intégrales suivantes en fonction de n .

1. $\int_0^1 x^3 (1-x+x^2) dx$

3. $\int_0^1 (1-x)^n dx$

5. $\int_0^1 \frac{x^{n-1}}{\sqrt{1+x^n}} dx$

7. $\int_0^1 x^{n-1} (1+x^n)^3 dx$

9. $\int_1^e \frac{\ln^n x}{x} dx$

11. $\int_0^1 x^{n-1} e^{-x^n} dx$

2. $\int_0^1 x^n (1-x^{2n}) dx$

4. $\int_{-1}^1 (e^{nx} - e^{-nx}) dx$

6. $\int_0^1 \frac{x^{n-1}}{1+x^n} dx$

8. $\int_0^1 x^{n-1} (2-x^n)^3 dx$

10. $\int_0^1 xe^{-x^2} dx$

12. $\int_0^1 x^2 (1-x^3)^n dx$

B. Même exercice.

1. $\int_0^1 x^n (2 - x^2) dx$

3. $\int_0^1 e^x (e^{2x} - 1) dx$

5. $\int_{-1}^1 e^x (e^{nx} - e^{-nx}) dx$

7. $\int_0^1 (1 - x)^4 dx$

9. $\int_1^e \frac{\ln^n x + 2}{x} dx$

11. $\int_1^3 \frac{x^n + 3}{x} dx$

2. $\int_0^1 (3x^4 - x^5) x^2 dx$

4. $\int_0^1 (e^x - e^{-x}) e^{nx} dx \quad (n \geq 2)$

6. $\int_0^1 x^3 (1 - x)^2 dx$

8. $\int_0^1 (1 - x)^n dx$

10. $\int_1^3 \frac{x^3 - 2x + 1}{x} dx$

12. $\int_1^3 \frac{2x + 3}{x^n} dx \quad (n \geq 3)$

Exercice 5

En effectuant une, ou plusieurs intégrations par parties, calculer les intégrales suivantes (X et k sont deux paramètres positifs).

1. $\int_0^1 x e^{-2x} dx$

3. $\int_1^e \ln x dx$

5. $\int_1^e \ln^2 x dx$

7. $\int_1^e x^k \ln x dx$

2. $\int_0^1 (x^2 - 3x + 1) e^{-x} dx$

4. $\int_1^e x \ln x dx$

6. $\int_0^X x e^{-2x} dx$

8. $\int_1^e (3x^2 - 4x + 5) \ln x dx$

Exercice 6

Suites définies par des intégrales

Dans chacun des cas ci-dessous, montrer que la suite (u_n) est décroissante.

En utilisant ensuite le théorème de l'encadrement, montrer que la suite (u_n) converge vers 0.

1. $u_n = \int_0^1 x^n (2 + \sqrt{x}) dx$

3. $u_n = \int_0^1 \frac{x^n}{2 + \sqrt{x}} dx$

5. $u_n = \int_0^1 \frac{e^{-nx}}{2 + e^{-x}} dx$

7. $u_n = \int_0^1 x^n \sqrt{1 + x^n} dx$

9. $u_n = \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x^n}{1 - x} dx$

2. $u_n = \int_0^1 x^n (5 - \sqrt{x}) dx$

4. $u_n = \int_0^1 \frac{x^n}{5 - \sqrt{x}} dx$

6. $u_n = \int_0^1 \frac{e^{-nx}}{3 - e^x} dx$

8. $u_n = \int_0^1 \frac{x^n}{1 + x^n} dx$

10. $u_n = \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{x^n}{1 - x + x^2} dx$

EXERCICE 2

On considère la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ définie par : $u_0 = 1$, et pour tout n de \mathbb{N}^* , $u_n = \int_0^1 (\ln(1+t))^n dt$.

1. On note g la fonction définie sur \mathbb{R}_+ à valeurs réelles telle que : pour tout $t \geq 0$, $g(t) = (1+t) \ln(1+t) - t$.
 - a) On note g' la fonction dérivée de g . Calculer $g'(t)$ pour tout réel $t \geq 0$.
 - b) En déduire la valeur de u_1 .
2. Soit f la fonction définie sur l'intervalle $[0, 1]$ à valeurs réelles telle que : $f(t) = \ln(1+t)$.
 - a) On note f' et f'' respectivement, les dérivées première et seconde de f .
Calculer pour tout réel t de $[0, 1]$, $f'(t)$ et $f''(t)$.
 - b) Étudier les variations de f sur l'intervalle $[0, 1]$ et tracer la courbe représentative de f dans le plan rapporté à un repère orthonormé (on donne : $\ln 2 \simeq 0,7$).
 - c) Montrer que la fonction f est concave sur $[0, 1]$.
3. a) Justifier pour tout réel t de $[0, 1]$, l'encadrement suivant : $0 \leq \ln(1+t) \leq \ln 2$.
 - b) Montrer que pour tout n de \mathbb{N}^* , on a : $0 \leq u_n \leq (\ln 2)^n$.
 - c) En déduire que la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est convergente et a pour limite 0.
4. a) À l'aide d'une intégration par parties, établir pour tout entier naturel n , la relation suivante :

$$u_{n+1} = 2(\ln 2)^{n+1} - (n+1)u_n.$$

(On pourra remarquer qu'une primitive de la fonction $t \mapsto 1$ est $t \mapsto 1+t$)

- b) En déduire que pour tout entier naturel n , on a : $(n+1)u_n \leq 2(\ln 2)^{n+1}$.
- c) Montrer que la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est décroissante.
- d) En utilisant la monotonie de la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$, montrer que pour tout n de \mathbb{N} , on a : $(n+2)u_n \geq 2(\ln 2)^{n+1}$.
- e) Déterminer $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{nu_n}{2(\ln 2)^{n+1}}$.

EXERCICE 3

Soit f la fonction définie sur \mathbb{R}_+ à valeurs réelles telle que : pour tout $x \geq 0$, $f(x) = \frac{2x+1}{x+2}$.

On considère la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ définie par : $u_0 = \frac{1}{2}$, et pour tout n de \mathbb{N} , $u_{n+1} = f(u_n)$.

1. a) On note f' la fonction dérivée de f . Calculer pour tout réel $x \geq 0$, $f'(x)$.
 - b) Dresser le tableau de variation de f en précisant les limites aux bornes de l'ensemble de définition.
Placer les réels 1 et $f(1)$ dans ce tableau.
2. a) Montrer que pour tout entier naturel n , le réel u_n appartient à l'intervalle $[0, 1]$.
 - b) Établir pour tout réel x de $[0, 1]$, l'inégalité suivante : $|f'(x)| \leq \frac{3}{4}$.
 - c) En déduire que pour tout entier naturel n , on a : $|u_{n+1} - 1| \leq \frac{3}{4}|u_n - 1|$.
 - d) Établir pour tout entier naturel n , l'inégalité suivante : $|u_n - 1| \leq \frac{1}{2} \times \left(\frac{3}{4}\right)^n$.
 - e) En déduire que la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est convergente et donner sa limite.

Reconstitution du cours du professeur L.D.

Nous présentons dans la suite une reconstitution du cours du professeur pour ce chapitre en procédant de la même façon que pour le chapitre *Matrices*.

1. Connaître les trois cadres d'intégration de première année.
2. Réviser le théorème des sommes de Riemann (S_n et T_n).
3. Pour f continue sur $[a, b]$ (éventuellement $b = +\infty$) savoir définir : « l'intégrale (impropre) $\int_a^b f(t) dt$ converge ». Même question pour f continue sur $]a, b]$ puis pour f continue sur $]a, b[$.
4. Connaître la nature des intégrales de référence de Riemann :

$$\int_1^{+\infty} \frac{1}{t^a} dt \quad \text{et} \quad \int_0^1 \frac{1}{t^a} dt, \quad \int_a^b \frac{1}{(b-t)^a} dt, \quad \int_a^b \frac{1}{(t-a)^a} dt$$

5. Citer les théorèmes de positivité, croissance et de stricte positivité (deux énoncés).
6. Théorèmes de comparaison pour des fonctions continues positives pour lesquelles $f \leq g$ ou $f \sim g$ ou $f = o(g)$.
7. Convergence absolue.
8. Inégalité concernant $\left| \int_a^b f(t) dt \right|$.
9. Savoir qu'on ne fait pas d'intégration par parties sur une intégrale impropre, mais qu'on revient sur un segment (intégrale partielle), qu'on intègre par parties, et qu'on passe à la limite.
10. Théorème de changement de variable.
11. Fonction Gamma : savoir définir $\Gamma(x)$; connaître l'intervalle de définition de Γ ; connaître l'expression de $\Gamma(x+1)$ en fonction de $\Gamma(x)$; connaître la formule pour $\Gamma(n)$ quand $n \geq 1$.
12. Théorème de comparaison série-intégrale.

1 Récapitulatif des intégrales de première année

En première année, nous avons défini l'intégrale de 3 types de fonctions.

1. Intégrale d'une fonction en escalier sur un segment.
Pour f fonction en escalier sur $[a, b]$ et (a_0, a_1, \dots, a_n) une subdivision de $[a, b]$ adaptée à f :

$$\int_a^b f(t) dt = \sum_{i=0}^{n-1} (a_{i+1} - a_i) c_i \quad \text{où } c_i \text{ est la valeur de } f \text{ sur }]a_i, a_{i+1}[$$

2. Intégrale d'une fonction continue sur un segment.
Soient f continue sur I , F primitive de f sur I et $(a, b) \in I^2$, on a :

$$\int_a^b f(t) dt = F(b) - F(a)$$

3. Intégrale d'une fonction continue par morceaux sur un segment.
 f est continue par morceaux sur $[a, b]$ s'il existe une subdivision (a_0, a_1, \dots, a_n) de $[a, b]$ telle que $\forall i \in \llbracket 0, n-1 \rrbracket$:

$$\left\{ \begin{array}{l} f \text{ est continue sur }]a_i, a_{i+1}[\\ f \text{ admet une limite finie à droite en } a_i \text{ et une limite finie à gauche en } a_{i+1} \end{array} \right.$$

Ainsi la restriction de f à $]a_i, a_{i+1}[$ est prolongeable par continuité sur $[a_i, a_{i+1}]$. On note f_i ce prolongement.

Pour f continue par morceaux sur $[a, b]$, on définit :

$$\int_a^b f(t) dt = \int_{a_0}^{a_1} f_0(t) dt + \int_{a_1}^{a_2} f_1(t) dt + \dots + \int_{a_{n-1}}^{a_n} f_{n-1}(t) dt$$

La page de garde du polycopié présente une liste de 12 items qui suit l'ordre du chapitre sans en constituer un plan. Il s'agit du même type de liste qu'en première année, donnant les objectifs et les notions importantes du chapitre que les étudiants doivent connaître pour la colle. Elle contient des éléments théoriques (théorèmes et définitions) ainsi que des éléments techniques (formules et méthodes pour calculer des intégrales).

La première section du polycopié présente un récapitulatif de trois cadres d'intégration étudiés en première année de prépa que les étudiants doivent être capables de maîtriser pour la suite du chapitre.

Ensuite, le cours commence par un exemple traité dans les notes des étudiants où il s'agit de montrer qu'une intégrale impropre converge et de calculer sa limite.

2 Intégrale impropre d'une fonction continue sur $[a, b[$
 $(-\infty < a < b \leq +\infty)$

2.1 définition

DÉFINITION 1 Soit f une fonction continue sur $[a, b[$. L'intégrale impropre $\int_a^b f(t)dt$ est convergente si $\int_a^x f(t)dt$ admet une limite finie quand $x \rightarrow b$. On pose alors $\int_a^b f(t)dt = \lim_{x \rightarrow b} \int_a^x f(t)dt$.
 Dans le cas contraire, on dit que $\int_a^b f(t)dt$ diverge.

Faites l'analogie avec le chapitre Séries : l'intégrale impropre $\int_a^b f(t)dt$ converge si l'intégrale « partielle » $\int_a^x f(t)dt$ admet une limite finie en b .

PROPOSITION 1 Dans le cas où f est continue sur le segment $[a, b]$, la définition donnée précédemment pour $\int_a^b f(t)dt$ correspond à la définition donnée pour l'intégrale d'une fonction continue sur un segment.

Etudier la nature d'une intégrale impropre, c'est déterminer si elle est convergente ou divergente. Deux intégrales sont de même nature si elle sont toutes les deux convergentes ou toutes les deux divergentes.

Exercice :

1. Montrer que $\int_0^{+\infty} \frac{1}{1+t^2} dt$ converge et calculer $I = \int_0^{+\infty} \frac{1}{1+t^2} dt$.
2. Montrer que $\int_2^3 \frac{1}{t-3} dt$ diverge.

2.2 cas particulier où f est prolongeable par continuité en b ($b \in \mathbb{R}$)

PROPOSITION 2 Soit f continue sur $[a, b]$. On suppose que f est prolongeable par continuité en b . Alors $\int_a^b f(t)dt$ converge.

Exercice : montrer que $\int_{-1}^0 \frac{e^t - 1}{t} dt$ converge.

Suite à la définition 1 d'une intégrale impropre convergente, le professeur renvoie à une analogie avec le chapitre des séries.

Ensuite, le professeur démontre la proposition 1, sachant qu'une démonstration plus courte est donnée dans la section « 10. Quelques démonstrations » à la fin du polycopié (p.10). Il conclut sa démonstration par :

$\int_a^b f(t) dt = F(b) - F(a)$ ce qui est le même résultat que pour la première année.

Le professeur traite les deux exercices illustrant la proposition (p.3).

La proposition 2 est démontrée, sachant qu'une démonstration plus courte est aussi donnée à la fin du polycopié (p.10), suivie de l'exercice (p.3) où se glisse la remarque « Δ on a l'œil attiré par $\frac{e^t - 1}{t}$ ».

Il s'agit d'une aide à l'apprentissage par analogie avec une notion familière supposée déjà acquise par les étudiants. On retrouve la stratégie de mise en relations de thèmes différents notés dans le chapitre sur les matrices.

Le professeur rappelle un savoir technologique étudié en première année.

2.3 linéarité

PROPOSITION 3 Soient f et g deux fonctions continues sur $[a, b]$.

- Si $\int_a^b f(t)dt$ et $\int_a^b g(t)dt$ convergent, alors $\int_a^b (f+g)(t)dt$ converge.
- Si $\int_a^b f(t)dt$ converge et $\int_a^b g(t)dt$ diverge, alors $\int_a^b (f+g)(t)dt$ diverge.
- Si $\int_a^b f(t)dt$ et $\int_a^b g(t)dt$ divergent, alors on ne peut rien dire de la nature de $\int_a^b (f+g)(t)dt$.
- Soient f et g telles que $\int_a^b f(t)dt$ et $\int_a^b g(t)dt$ convergent, et λ et μ réels. On a :
 $\int_a^b (\lambda f + \mu g)(t)dt$ converge, et $\int_a^b (\lambda f + \mu g)(t)dt = \lambda \int_a^b f(t)dt + \mu \int_a^b g(t)dt$.

2.4 relation de Chasles

PROPOSITION 4 Soit f une fonction continue sur $[a, b]$. Pour tout c de $[a, b]$, les intégrales $\int_a^b f(t)dt$ et $\int_c^b f(t)dt$ sont de même nature, et en cas de convergence, $\int_a^b f(t)dt = \int_a^c f(t)dt + \int_c^b f(t)dt$.

2.5 propriétés de « positivité » et « croissance »

PROPOSITION 5 Soient f et g deux fonctions continues sur $[a, b]$ ($a < b$) telles que les intégrales $\int_a^b f(t)dt$ et $\int_a^b g(t)dt$ convergent.

- Si f est positive sur $[a, b]$ alors $\int_a^b f(t)dt \geq 0$.
- Si f est strictement positive sur $[a, b]$ alors $\int_a^b f(t)dt > 0$.
- Si f est positive sur $[a, b]$ et $\int_a^b f(t)dt = 0$, alors $\forall t \in [a, b], f(t) = 0$.
- Si $f \leq g$ sur $[a, b]$, alors $\int_a^b f(t)dt \leq \int_a^b g(t)dt$.

Le professeur donne des « indications de démonstration de la proposition 3 » concernant la linéarité (p.3) mais nous n'avons aucune trace de la proposition 4 sur la relation de Chasles (p.4).

Il passe ensuite à la démonstration de la proposition 5, dont une version exhaustive et détaillée est donnée à la fin du polycopié (p.10). En cours de démonstration, le professeur semble faire une parenthèse, signalée dans les notes des étudiants par « Annexe », où il rappelle comment

$$\text{démontrer } \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \geq 0 \text{ et } \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} > 0.$$

Avant la démonstration de la dernière propriété, nous trouvons le commentaire suivant « Δ c'est l'enchaînement classique "linéarité + positivité" donnent croissance ».

Il s'agit d'attirer l'attention sur le fait que, partant d'une suite de termes strictement positifs, deux théorèmes différents sont nécessaires pour conclure sur la limite : la limite peut a priori être aussi nulle. Par contre, pour une série strictement croissante, la limite est strictement positive. Le professeur fait donc un lien avec une situation déjà rencontrée sur les séries pour essayer d'attirer l'attention sur une erreur de raisonnement classique.

Il s'agit d'une décontextualisation d'une technique possible pour traiter une question de croissance.

2.6 reste d'une intégrale convergente

DÉFINITION 2 Dans le cas où l'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ converge, on appelle reste la fonction R définie sur $]a, b[$ par $R(x) = \int_x^b f(t)dt$.

Par la relation de Chasles, $R(x) = \int_a^b f(t)dt - \int_a^x f(t)dt$. On a $\lim_{x \rightarrow b} R(x) = 0$.

Pour illustrer la définition 2 (p.4), le professeur dresse le tableau suivant, comparant les sommes partielles et totales ainsi que le reste dans le cas des séries et des intégrales.

	Séries	Intégrales
Somme partielle	$S_n = \sum_{k=0}^n u_k$	$\int_a^x f(t) dt$
Somme totale	" $S^\infty = \sum_{k=0}^\infty u_k$	$\int_a^b f(t) dt$
Reste	$R_n = S - S_n = \sum_{k=n+1}^\infty u_k$	$R(x) = \int_x^b f(t) dt$

Nous pouvons noter qu'à plusieurs reprises, le professeur fait des liens et des analogies entre des thèmes mathématiques différents ainsi que des notions déjà étudiées en première année afin de faciliter l'apprentissage des nouvelles notions.

3 Intégrales sur un intervalle quelconque

3.1 intégrales sur un intervalle $]a, b[$ avec $-\infty \leq a < b < +\infty$

DÉFINITION 3 Soit f une fonction continue sur $]a, b[$. L'intégrale impropre $\int_a^b f(t) dt$ est convergente si $\int_x^b f(t) dt$ admet une limite finie quand $x \rightarrow a$. On pose alors $\int_a^b f(t) dt = \lim_{x \rightarrow a} \int_x^b f(t) dt$. Dans le cas contraire, on dit que $\int_a^b f(t) dt$ diverge.

Exercice : étudier la nature de $\int_0^1 \ln t dt$.

PROPOSITION 6 Les propriétés rencontrées pour les intégrales impropres sur $]a, b[$ (linéarité, relation de Chasles, positivité, croissance...) sont à adapter dans le cas des intégrales généralisées sur $]a, b[$.

Le professeur enchaîne ensuite avec l'exercice qui suit la définition 3, précédé de

l'indication « $\Delta \int_0^1 \ln t dt$ à connaître ! »

Cette précision permet de place cette formule dans une sorte d'échelle d'importance en pointant qu'il faut la connaître. En effet, la technique employée pour calculer cette intégrale peut servir pour d'éventuelles tâches du même type.

3.2 intégrales « plusieurs fois impropres »

DÉFINITION 4 Ici $-\infty \leq a = a_0 < a_1 < a_2 < \dots < a_p < a_{p+1} = b \leq +\infty$. On suppose f continue sur chaque intervalle $]a_i, a_{i+1}[$ pour $0 \leq i \leq p$.

On dit que l'intégrale impropre $\int_a^b f(t)dt$ converge lorsque toutes les intégrales $\int_{a_i}^{a_{i+1}} f(t)dt$ convergent.

On pose alors $\int_a^b f(t)dt = \sum_{i=0}^p \int_{a_i}^{a_{i+1}} f(t)dt$.

Si l'une au moins des intégrales $\int_{a_i}^{a_{i+1}} f(t)dt$ diverge, on dit que $\int_a^b f(t)dt$ diverge.

Exercice : montrer que $I = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-|t|} dt$ converge et calculer I .

Exercice : $f : t \mapsto \frac{1}{t^2 - 1}$.

1. Trouver a et b réels tels que $\forall t \in \mathbf{R} \setminus \{-1, 1\}$, $f(t) = \frac{a}{t+1} + \frac{b}{t-1}$.
2. Etudier la nature de $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) dt$.

4 Intégrales de référence

PROPOSITION 7 intégrales de Riemann sur $]1, +\infty[$ et sur $]0, 1]$

$\int_1^{+\infty} \frac{1}{t^\alpha} dt$ converge si et seulement si $\alpha > 1$

$\int_0^1 \frac{1}{t^\alpha} dt$ converge si et seulement si $\alpha < 1$

PROPOSITION 8 variantes des intégrales de Riemann, sur $]a, b[$ ou $]a, b]$

Pour a et b réels tels que $a < b$:

$\int_a^b \frac{1}{(b-t)^\alpha} dt$ converge si et seulement si $\alpha < 1$

$\int_a^b \frac{1}{(t-a)^\alpha} dt$ converge si et seulement si $\alpha < 1$

Les deux exercices de la partie « 3.2 Intégrales plusieurs fois impropres » (p.5) sont ensuite traités. Nous ne relevons aucun commentaire dans les notes des étudiants.

Le titre de cette partie, met en relief intégrales de Riemann par rapport aux autres en leur donnant le statut d'intégrales de références.

Les deux propositions (p.6) sont démontrées en prenant plusieurs cas possibles des valeurs de α . Les démonstrations sont suivies d'une « Remarque importante (qui manque dans le poly) » :

$t \rightarrow \frac{1}{t^\alpha}$ désigne, si α n'est pas un entier,

$t^{-\alpha} = \exp(-\alpha \ln t)$ ce qui est défini sur $]0; +\infty[$ seulement. La prop 7 traite donc tous les "points impropres" quand α n'est pas entier.

Cette remarque sert à évaluer le domaine d'efficacité d'une technique par comparaison avec d'autres techniques. Cette remarque est formulée sous forme de proposition dans le polycopié dont se sert le professeur.

Deux exemples numériques courts sont ensuite donnés pour illustrer la proposition 8 : une intégrale de Riemann divergente et une autre convergente.

5 Cas des fonctions positives

Dans tout ce paragraphe, $-\infty < a < b \leq +\infty$ et f est continue sur $]a, b[$.

Si f est négative sur $]a, b[$, $-f$ est positive sur $]a, b[$. En utilisant : $\int_a^b f(t)dt = -\int_a^b (-f)(t)dt$, les théorèmes qui suivent permettent d'étudier la nature de $\int_a^b f(t)dt$.

Les théorèmes qui suivent sont à savoir adapter dans le cas d'intégrales impropres sur $]a, b[$ avec $-\infty < a < b < +\infty$.

5.1 préliminaire

PROPOSITION 9 Soit f continue et positive sur $]a, b[$.

L'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ converge si et seulement si les primitives de f sont majorées sur $]a, b[$

5.2 théorèmes de comparaison

PROPOSITION 10 Soient f et g deux fonctions continues et positives sur $]a, b[$.

Règle de comparaison : on suppose que $0 \leq f \leq g$ sur $]a, b[$.

Si l'intégrale $\int_a^b g(t)dt$ converge, alors l'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ converge, et on a $\int_a^b f(t)dt \leq \int_a^b g(t)dt$.

Si l'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ diverge, alors l'intégrale $\int_a^b g(t)dt$ diverge.

Règle de négligeabilité : on suppose que $f = o(g)$ au voisinage de b .

Si l'intégrale $\int_a^b g(t)dt$ converge, alors l'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ converge.

Si l'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ diverge, alors l'intégrale $\int_a^b g(t)dt$ diverge.

Règle des équivalents : on suppose que $f \sim_b g$.

Les intégrales $\int_a^b f(t)dt$ et $\int_a^b g(t)dt$ sont de même nature.

5.3 exercices

1. Pour $n \in \mathbb{N}^*$, étudier la nature de $I_n = \int_2^{+\infty} \frac{1}{t^n - 1} dt$.
2. Montrer que $\int_{-\infty}^0 \frac{t}{t^6 + 1} dt$ converge.
3. Montrer que $I = \int_0^{+\infty} e^{-t^2} dt$ converge. On admet que $I = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$ (intégrale de Gauss).
4. Soit f une fonction positive et strictement croissante sur \mathbb{R} . Montrer que $\int_1^{+\infty} f(t)dt$ diverge.
5. Déterminer, selon les valeurs du paramètre $\alpha \in \mathbb{R}$, la nature de $\int_1^2 \frac{1}{(\ln t)^\alpha} dt$ et $\int_2^{+\infty} \frac{1}{(\ln t)^\alpha} dt$.

La proposition 9 (p.6) est démontrée, les étudiants indiquent dans la marge « *Bon exo* ».

Pour la démonstration, le professeur propose une « *révision : théorème de limite monotone pour une fonction croissante h sur [a,b[* » :

Pour h croissante sur $]a, b[$ il n'y a que 2 cas de figure

- Si h est majorée, h admet une limite finie en b
- Sinon $\lim_{x \rightarrow \infty} h(x) = +\infty$

Cette indication fait sans doute partie de celles que donne le professeur oralement afin de signaler les exercices « *classiques* » importants à revoir pour un DS et que les étudiants doivent « *ficher* ».

La démonstration de la proposition repose sur un savoir théorique déjà étudié.

La proposition 10 (p.7) est démontrée, puis les exercices 1, 2, 3 (« *Classique* ») et 5 sont traités.

Pour le 3, il s'agit d'un exercice important à revoir pour un DS et que les étudiants doivent « *ficher* ». Le professeur l'indique explicitement.

À travers la solution de l'exercice 5, nous trouvons dans la marge les indications suivantes : « *Idées brouillon* » et « *Copie* ». Voici les idées brouillons notées :

$$\ln t \ll (\ln t)^2 \ll (\ln t)^{500} \ll t^{1/2} \ll t \ll t^{3/2} \ll e^t \ll e^{2t}$$

$$e^{-2t} \ll e^{-t} \ll \frac{1}{t^{3/2}} \ll \frac{1}{(\ln t)^{500}} \ll \frac{1}{(\ln t)^2} \ll \frac{1}{\ln t}$$

Le professeur semble donc partager avec les étudiants des réflexions autour de la solution, en distinguant ce qu'ils peuvent noter dans leur brouillon et ce qu'ils doivent conserver pour une rédaction au propre. Cela relève d'un discours méta qui vise à initier les étudiants à la rédaction pour les DS et donc les concours. De plus, les « *idées brouillons* » ne renvoient pas à une notation mathématique légitime, mais plutôt à un savoir pratique spécifique de l'institution que constitue la classe de L.D qui a pour fonction de faciliter la mise en œuvre par les étudiants d'une technique pour le type de tâches « calculer la limite de l'inverse d'une fonction ». Le brouillon peut être considérée comme relevant d'une phase de recherche d'une solution dans laquelle des notations approximatives sont autorisées.

6 Convergence absolue

DÉFINITION 5 On dit que l'intégrale $\int_a^b f(t)dt$ est absolument convergente lorsque l'intégrale $\int_a^b |f(t)|dt$ est convergente.

PROPOSITION 11 Soit f continue sur $|a, b|$. Si $\int_a^b f(t)dt$ est absolument convergente alors $\int_a^b f(t)dt$ est convergente. Dans ce cas, on a de plus :

$$\left| \int_a^b f(t)dt \right| \leq \int_a^b |f(t)|dt$$

Une intégrale peut être convergente et non absolument convergente : on dit alors qu'elle est semi-convergente.

L'intégrale de Dirichlet $\int_0^{+\infty} \frac{\sin t}{t} dt$ est semi-convergente.

Exercice : Montrer que $\int_0^1 \cos\left(\frac{1}{t}\right) dt$ converge. Montrer que $\int_1^{+\infty} \frac{\cos t}{t^2} dt$ converge.

La démonstration de la proposition 11 est donnée à la fin du polycopié (p.11)

L'exercice qui suit la partie « 6.Convergence absolue » (p.8) est traité.

7 Intégration par parties et changement de variable

7.1 intégration par parties

ON N'EFFECTUE JAMAIS D'INTÉGRATION PAR PARTIES SUR UNE INTÉGRALE IMPROPRE ! Il faut revenir aux « intégrales partielles » sur un segment.

Exercice : pour $n \in \mathbb{N}$, on pose $I_n = \int_0^1 t(\ln t)^n dt$.

1. Soit $n \geq 1$. Effectuer une intégration par parties pour prouver que si I_{n-1} converge, I_n converge aussi, et donner un lien entre I_n et I_{n-1} .
2. Montrer que pour tout $n \in \mathbb{N}$, I_n converge, et donner sa valeur.

7.2 changement de variables

PROPOSITION 12 *changement de variable*
 a et α désignent un réel ou $-\infty$, b et β désignent un réel ou $+\infty$.
 Soit f continue sur $]a, b[$. Soit φ une fonction de classe C^1 , strictement monotone, réalisant une bijection de $]\alpha, \beta[$ dans $]a, b[$.
 Les intégrales $\int_a^b f(\varphi(t))\varphi'(t)dt$ et $\int_\alpha^\beta f(u)du$ sont de même nature. En cas de convergence :
 - si φ est croissante, $\int_a^b f(u)du = \int_\alpha^\beta (f \circ \varphi)(t)\varphi'(t) dt$
 - si φ est décroissante, $\int_a^b f(u)du = - \int_\alpha^\beta (f \circ \varphi)(t)\varphi'(t) dt$.

L'exercice de la partie « 7.1 Intégration par partie » (p.8) est ensuite traité. Nous retrouvons la distinction « *Brouillon/Copie* » dans les notes des étudiants.

Une proposition 12 bis est ajoutée dans les notes des étudiants :

Pour f continue sur I , φ de classe C^1 sur J à valeurs dans I , on a pour $(a; b) \in J^2$:

$$\int_a^b \varphi'(t)f(\varphi(t))dt = \int_{\varphi(a)}^{\varphi(b)} f(u)du .$$

Cette proposition est ensuite démontrée, la démonstration étant précédée des deux remarques suivantes :

(1) Les hypothèses me sont pas très restrictives ni piégeantes... (2) La formule repose sur la dérivée d'une composée.

Le commentaire au début de la partie 7.1 « *On n'effectue jamais...* » (p.8) permet l'évaluation d'une technique en signalant ses limites afin d'éviter une erreur commune et en rappelant la bonne technique à utiliser.

Ce théorème est un rappel qui concerne des intégrales définies.

La première remarque sert à faciliter l'emploi de la technique pour le type de tâches « calculer l'intégrale d'une fonction en utilisant un changement de variable ». La seconde évoque la technologie théorique. De plus, cela peut être un moyen mnémotechnique pour le théorème.

PROPOSITION 13 Soient a un réel positif ou $+\infty$, et f une fonction continue sur $] -a, a[$.
 Si f est paire et si $\int_0^a f(t)dt$ converge, alors $\int_{-a}^a f(t)dt$ converge et $\int_{-a}^a f(t)dt = 2 \int_0^a f(t)dt$.
 Si f est impaire et si $\int_0^a f(t)dt$ converge, alors $\int_{-a}^a f(t)dt$ converge et $\int_{-a}^a f(t)dt = 0$.

Exercice 1 : on rappelle que $I = \int_0^{+\infty} e^{-t^2} dt = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$ (intégrale de Gauss).

En déduire que les intégrales suivantes convergent et les calculer : $J = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2} dt$ et $K = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$.

Exercice 2 : on pose $I = \int_1^{+\infty} \cos(t^2) dt$, $J = \int_1^{+\infty} \frac{\cos x}{\sqrt{x}} dx$ et $K = \int_1^{+\infty} \frac{\sin x}{x^2} dx$.

A l'aide d'un changement de variable, montrer que I et J sont de même nature.

A l'aide d'une intégration par parties, montrer que J et K sont de même nature. En déduire la nature de l'intégrale I .

La démonstration de la proposition 13 et les exercices qui suivent (p.9) sont annoncés par le titre « *Démonstration et illustration autour de la proposition 13* » noté par les étudiants. Une démonstration succincte est aussi donnée à la fin du polycopié (p.11).

Ce titre permet d'attirer l'attention des étudiants sur cette section qui n'est pas particulièrement mise en valeur dans le polycopié (pas de sous-titre).

Avant de la démontrer, le professeur illustre la proposition grâce à un changement de registre d'une représentation algébrique à une représentation graphique de courbes de fonctions paire et impaire. Cette stratégie peut être perçue comme une aide à l'apprentissage, permettant aux étudiants une visualisation du résultat.

Vers la fin de la correction de l'exercice 2, les étudiants notent :

« *révision changement de variables* »

On reprend $I = \int_1^{+\infty} \cos(t^2) dt$ (on était parti de I et on avait abouti à $I = \int_1^{+\infty} \frac{\cos x}{\sqrt{x}} dx$).

La correction de l'exercice 2 semble avoir été coupée en fin de séance et reprise à la séance suivante. Le commentaire du professeur permet de resituer les étudiants par rapport au travail inachevé.

8 La fonction Gamma

DÉFINITION-PROPOSITION 1 La fonction gamma, notée Γ , est la fonction donnée par :

$$\Gamma(x) = \int_0^{+\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$$

Son domaine de définition est $]0, +\infty[$. On a les propriétés :

$$\forall x > 0, \Gamma(x+1) = x\Gamma(x) \quad \text{et} \quad \forall n \in \mathbb{N}^*, \Gamma(n) = (n-1)!$$

La définition-proposition 1 (p.9) est précédée par le titre « *Étude de la convergence (ce qui donnera le domaine de définition de Γ)* ». Le professeur procède ensuite à l'étude de la convergence de la fonction Gamma en 0 et en $+\infty$. Ensuite, il démontre les propriétés, la seconde à l'aide d'un raisonnement par récurrence.

Ce titre permet au professeur de motiver l'intérêt de travailler cette notion et le type de tâches associé. Cela attire l'attention sur le fait qu'on introduit une fonction de x qui est une intégrale généralisée d'une fonction qui dépend du paramètre x et donc que déterminer son ensemble de définition revient à étudier pour quelles valeurs de x elle est convergente.

La démonstration s'achève par la conclusion suivante :

△ Ça nous fournit d'autres intégrales de référence (plus seulement des intégrales de Riemann) – expressions des intégrales $\Gamma(1)$, $\Gamma(3)$, $\Gamma(5)$ et $\Gamma(1/2)$

Cette conclusion met en avant de nouvelles fonctions de références que les étudiants doivent être capables de reconnaître et de manipuler.

9 Comparaison série-intégrale (fonction positive)

PROPOSITION 14 Soit f continue, positive et décroissante sur $]a, +\infty[$. La série de terme général $f(n)$ et l'intégrale impropre $\int_a^{+\infty} f(t) dt$ sont de même nature.

Exercice d'application :

1. Exemple des intégrales et des séries de Riemann.

2. Etudier la nature de $\int_2^{+\infty} \frac{1}{t \ln t} dt$. En déduire la nature de la série de terme général $\frac{1}{n \ln n}$.

Le cours s'achève sur une longue démonstration de la proposition 14 (p.9) pour le cas de $a=1$ suivie des deux exercices d'application.

Le fait que le professeur donne à ces deux exercices le statut d'exercice d'application les met en relief par rapport aux autres.

Annexe 12 : Échanges par mail avec les étudiants

Mail de prise contact (Novembre 2012)

Bonjour,

Je pense qu'il n'y aura aucun souci pour l'entretien. Je n'ai pas encore mes horaires de colles pour fixer le rendez-vous, mais je suis sûre que l'on trouvera une date. En revanche, nous travaillons très peu en groupe et lorsque cela nous arrive, nous le faisons par mail. Sinon, je reste à votre disposition pour répondre à vos questions par mail également.

Amicalement,

Bonsoir,

Merci ça peut aller pour le moment, beaucoup de travail mais on fait avec !

Je serai partante pour un entretien avec vous pour parler de ce dont vous avez envie. Malheureusement, je ne travaille pas trop en groupe donc je ne pense pas que ça va être possible de filmer ça.

Voilà, à bientôt

Bonsoir,

Il m'est plutôt difficile d'avoir une idée de mon emploi du temps en février du fait des colles et de mes activités extrascolaires, mais je suis tout à fait prêt à répondre à vos questions par mail.

Par ailleurs, je n'ai pas pour habitude de réviser mes DS de mathématiques en groupe, ou très occasionnellement lors d'heures de permanences, je ne suis donc pas le mieux placé pour répondre à votre deuxième demande.

Bonne soirée et à bientôt.

Bonsoir,

Oui je me souviens de ce questionnaire. Ça serait avec plaisir que je discuterai avec vous, ça me permettra de "vider mon sac" de temps en temps comme on dit !

Vous pourrez effectivement me joindre à cette adresse, je regarde très régulièrement mes mails donc je m'arrangerai pour vous répondre rapidement.

Pour le travail concernant les maths, il n'y a pas de "groupe" à proprement parler dans notre classe, chacun aide l'autre s'il le peut, généralement on profite des pauses déjeuner pour se montrer les devoirs ou pour s'aider dans la compréhension des cours. Mais sinon, ça reste un travail largement collectif, où chacun va d'une table à l'autre, donc je ne pense malheureusement pas qu'une vidéo de notre travail serait vraiment intéressante...

N'hésitez pas à me poser toutes les questions que vous voulez, je me ferai un plaisir de vous répondre ! Bonne soirée !

Bonjour Lynn,

Tout d'abord, sache que ça ne me dérange pas du tout d'échanger avec toi par mail, je dirai même que ça m'intéresse. Si en plus ça peut t'aider pour ta thèse, c'est volontiers que je le ferai.

Quant à ma manière de préparer les colles ou les devoirs surveillés, elle est tout ce qu'il y a de plus individuel, excepté lorsque j'ai besoin d'aide ou que j'aide moi-même quelqu'un. Je ne pense donc pas pouvoir filmer de séance.

En espérant que tu auras reçu d'autres réponses, bonne continuation à toi !

Amicalement,

Bonjour,

J'espère que les réponses aux questions t'ont été utiles.

En ce qui concerne le rendez-vous, il n'y a aucun soucis, si cela peut t'aider je n'y vois pas d'inconvénient !

Par contre jusqu'à présent je n'ai pas travaillé les mathématiques en groupe, donc je ne pourrai pas t'aider sur ce sujet.

Voilà, en espérant t'avoir été serviable,

Bonjour,

Je répondrai volontiers à vos questions, par contre je ne travaille pas en groupe pour les colles ou les contrôles, donc je ne suis pas la bonne personne pour votre enregistrement.

Cordialement,

Bonsoir,

Il y a aucun souci pour discuter par mail, bien au contraire !

Pour le travail de groupe, les maths je révise pas trop en groupe, c'est plus je réponds aux questions que les autres peuvent me poser. Après s'il y a besoin d'une vidéo, on peut toujours arranger ça !

Bonne soirée,

Bonjour,

Je suis désolé de vous répondre que maintenant mais je n'ai pas souvent internet, car je suis à l'internat.

Il n'y a pas de soucis pour communiquer par mail, mes impressions depuis la terminale sont que le travail à mener est beaucoup plus important, et qu'il nécessite beaucoup de rigueur, également les chapitres s'enchaînent très vite ce qui nécessite de bien comprendre la leçon.

Pour la vidéo, cela va être dur car je n'ai pas de caméscope. Mais je préfère par moment travailler en groupe car lorsqu'une des personnes ne comprend pas et qu'une autre a compris, on peut s'expliquer plus facilement, cependant par moment j'aime bien pour certaines matières les travailler seule afin de vraiment me positionner dessus et de voir si j'ai bien compris,

Je suis à votre disposition pour d'éventuelles questions,
Cordialement,

Bonjour,

Je suis prête à répondre à quelques questions et à échanger avec vous par mail dans le cadre de votre thèse.

Par contre, je ne travaille que très peu en groupe.

N'hésitez donc pas à me poser des questions sur mes méthodes de travail et mon travail en général en mathématiques, je vous répondrai.

Cordialement,

Bonjour Lynn,

Pour répondre à tes questions, je peux t'annoncer que cela ne me dérangerait pas de te rencontrer de nouveau pour un entretien, mais pour ta deuxième question, je suis désolée de t'annoncer que je ne révise pas en groupe mes mathématiques, non pas que cela ne m'intéresse pas mais que je n'ai trouvé personne pour faire des maths avec moi.

Au plaisir d'avoir de tes nouvelles.

Bonsoir,

Je suis disponible pour répondre à vos questions lors d'un entretien, ou par mail.

Ensuite, il m'arrive en effet de travailler de temps en temps en groupe, pas forcément pour réviser un contrôle, mais plutôt pour tenter de comprendre ce qui n'a pas été compris en cours, mais j'ai peur de ne pas être à l'aise devant une caméra pour travailler.

Amicalement,

Bonsoir,

Désolé de ne pas avoir pu répondre plus tôt vu que la semaine a été assez chargée. Je serai sans doute disponible pour l'entretien même si on a encore du temps avant de pouvoir le fixer. Quant à la séance de travail filmée, je travaille très rarement en groupe quand il s'agit des mathématiques et les seules fois où je travaille avec les autres, c'est pour travailler un DM.

Je te souhaite une bonne soirée.

Question 1 : le travail de groupe et la solidarité (Janvier 2013)

Bonjour,

Alors, je vais faire dans la réponse détaillée parce que je sais pas trop comment répondre à ça, mais bon vous prendrez ce qui vous intéresse.

C'est vrai que dans la classe on travaille rarement ensemble, à se poser une heure par exemple pour travailler les maths, maintenant c'est vrai que si quelqu'un n'a pas compris quelque chose ou quoi, on lui explique sans souci. Pour les DM, on les fait pas réellement ensemble, maintenant si quelqu'un a trouvé une question que personne n'a trouvée, on se donne la réponse et on s'aide. Je pense que c'est dans ce sens là qu'on entend l'entraide, parce que c'est pas forcément évident de travailler vraiment en groupe, on avance pas au même rythme, on n'a pas forcément besoin de travailler les mêmes choses, mais voilà si on a besoin d'aide pour un truc on sait qu'on peut compter les uns sur les autres pour se faire expliquer. Et donc je pense que c'est pour ça qu'on a répondu que c'était déterminant pour notre réussite, parce qu'on va rarement en cours en se disant qu'on a rien compris ou qu'on va être perdu, parce qu'on peut se faire aider par ses camarades. En fait, ça permet une bonne ambiance générale dans la classe, sans pour autant tout le temps travailler en groupe, et c'est ce qui nous mène vers la réussite.

Voilà, si j'ai pas été claire ou assez précise, n'hésitez pas et demandez moi. Et pas de souci pour les questions ça ne me dérange pas.

Bonne journée,

Bonjour,

En effet, le travail en collectif n'est pas si répandu. Il est rare, en tout cas pour moi, de rester dans la classe pour travailler avec certains de mes camarades. Chacun préfère en général essayer d'abord chez soi, le temps de voir s'il comprend tout seul, avant de demander certains conseils aux autres sur des choses qui ont pu le bloquer.

C'est surtout vrai pour les DM de maths, qui sont généralement axés sur des aspects plus compliqués du cours pour nous apprendre à analyser par nous mêmes des choses implicites. Dans ces cas là, il nous est déjà arrivé de nous réunir le midi et de travailler sur le tableau pour que chacun comprenne. C'est sûr que le fait de travailler avec quelqu'un qui a compris le sujet est plus simple et plus pratique que de rester chez soi à broyer du noir devant la copie. C est vrai pour les maths mais aussi dans les autres matières.

En fait, ce que je remarque, c'est que chacun essaie d'abord tout seul, parce qu'on sait que le jour du concours on sera seul face à notre copie, et on demande de l'aide en dernier recours. Pour cela, on peut dire que la solidarité joue un rôle très important dans notre classe, mais disons qu'on ne préfère aider qu'en cas d'extrême urgence ! En plus, je trouve que le fait de travailler quelques fois en groupe peut nous forger l'esprit d'équipe,

on s'aide mutuellement sans en faire trop pour que chacun apprenne à réfléchir par soi même.

Voilà j'espère que cela va vous aider !

Bonne continuation

Bonsoir,

Je m'excuse de répondre assez tardivement... Je suis d'accord avec ce que vous dites, en ce qui me concerne, je ne travaille jamais en groupe, et je ne crois pas que ce soit le cas non plus pour les autres élèves de ma classe. Tout d'abord, cela maintenant longtemps que nous sommes dans le système scolaire français, et donc nous nous sommes peu à peu constitué une méthode de travail "bien à nous", et qui est différente selon chacun d'entre nous. Certains ont besoin de faire des fiches, d'autres n'en font pas, certains ont besoin de parler, d'autres d'écrire pour apprendre. Certains utilisent beaucoup l'ordinateur et d'autres vont préférer travailler sur papier. Je pense donc qu'il est difficile de mettre en commun notre travail pour cette raison... De plus, nous n'avons pas tous besoin de travailler les mêmes matières en même temps, nous avons chacun des colles différentes, alors certains auront besoin de travailler les maths alors que d'autres auront besoin de travailler une autre matière. Et puis, en groupe, il est beaucoup plus tentant de ne pas travailler... On arrive vite à être déconcentrés et à parler de tout à fait autre chose que du cours. En ce qui me concerne, je me trouve beaucoup plus efficace quand je travaille seule, j'avance à mon rythme, sans être influencée ou démotivée par ceux qui avancent plus vite que moi. Par contre, quand il s'agit d'une question précise à poser, aller poser la question à un camarade qui a mieux compris, est une bonne initiative il me semble. Mais bien souvent, pour ma part en tous cas, les autres ont du mal à trouver les mots pour m'expliquer quelque chose qui leur paraît à eux, évident. Donc ce recours aux autres élèves a ses limites, même en supposant qu'ils connaissent la réponse...

À propos de la solidarité entre les élèves, elle est en effet très présente, et indispensable, je pense à notre réussite. Je vais vous donner des exemples personnels, qui n'engagent que moi, mais je pense qu'ils sont assez parlants.

Si je n'avais pas été soutenue par les amies de ma classe, si je n'avais pas été accompagnée dans les moments difficiles par elles, j'aurais abandonné depuis longtemps, et j'en suis sûre. Déjà parce qu'en prépa, on se sent seul en permanence. Je suis loin de ma famille, de mes anciens amis, mais la solitude ne se résume pas à ça seulement. On comprend vite que le travail énorme que l'on doit fournir, nous sommes les seuls à pouvoir le fournir, personne ne va venir le faire à notre place, et on ne peut pas nous aider. C'est à nous de faire nos propres fiches, il ne suffit pas d'aller en cours pour comprendre le cours et les exercices. On attend un travail personnel de notre part, et nous sommes seuls face à nos difficultés. Mais les autres sont indispensables à notre "bien-être". Déjà parce qu'ils comprennent ce que nous vivons. Mes amis en-dehors de la prépa, ou bien mes parents, ne parviennent pas à me remonter le moral parce qu'ils ne

comprennent pas ce que je vis. Ils ont beau me dire des phrases comme "accroche-toi, tu vas y arriver", ça ne m'aide pas, parce qu'ils ne savent pas ce que c'est. Or, les amies présentes dans ma classe, vivent la même chose que moi, alors je me sens comprise. Et elles me sont d'une grande aide. Parfois c'est par des choses toutes simples, comme le fait de manger ensemble le soir. Si je mangeais seule, je ne mangerais pas grand chose, et je n'aurai pas le courage de travailler longtemps ensuite. Tandis que si je mange avec mes amies, elles me changent les idées, et je trouve le courage de travailler tard le soir parce que j'ai eu une vraie coupure. Mes amies me forcent aussi à "me bouger" quand je ne veux pas venir manger au lycée. Et elles ont raison, ça me fait du bien. Aussi, elles m'ont invitée une fois, à faire un footing. Au début, j'ai refusé parce que ça allait me prendre du temps, mais finalement elles m'ont un peu forcé la main, et je les en remercie, parce que cela m'a fait énormément de bien. La solidarité entre les élèves est présente dans le sens où l'on se sert tous les coudes, on se motive les uns, les autres, à s'accrocher. Mes amies sont une présence dont je ne pourrais pas me passer. Ce sont elles qui me motivent à aller en cours le matin, parce qu'il y a des jours où trouver la force de se lever est très difficile, mais on sait qu'on va passer la journée avec des personnes que l'on aime alors ça va mieux... Et puis, quand une colle s'est mal passée, on trouve toujours dans la classe une épaule sur laquelle pleurer... Les autres élèves sont pour nous une présence réconfortante je pense.

Je pense que le fait de partager avec les autres élèves autre chose que les cours nous fait à tous du bien. Que se soit un repas, un footing, simplement discuter en fin de journée devant le lycée avant de rentrer chez soi, où appeler une amie quand on pleure le soir... Les amis sont toujours là, et ils nous comprennent, ce qui n'est pas le cas lorsque l'on parle à une personne extérieure. Nous avons besoin les uns des autres, c'est ce qui crée cette solidarité entre nous. Nous avons tous une fragilité à partager, ou de la compassion à donner.

J'espère que ma réponse vous apportera satisfaction, n'hésitez pas à m'en poser d'autres, j'y répondrai le plus rapidement possible, et avec sincérité.

Bonjour,

Je n'ai en effet pas l'impression que beaucoup travaillent en groupe, et paradoxalement je trouve notre classe assez solidaire. Nous avons tendance à seulement parler en classe des cours (je débats souvent avec ma voisine de classe sur le cours et l'actualité qui s'y rattache), et quelques fois de se poser des questions (souvent avant les tests en cours, lorsqu'un détail nous a échappé). Tout le monde semble disposé à nous répondre, ce qui est agréable, mais malgré tout, le travail avec les autres n'est pas une habitude.

Cette situation s'explique peut-être par le fait qu'une partie d'entre nous ne soit pas en internat, et même si nous n'habitons pas loin les uns des autres, il est plus difficile de se voir (il faut un minimum prévoir), et nous perdons ainsi notre spontanéité à nous adresser aux autres. De plus le fait que nos professeurs communiquent avec nous par mail est

peut-être susceptible de nous éloigner du travail de groupe (nous passons plus de temps sur internet, activité solitaire).

On pourrait expliquer cette distance par une trop forte compétitivité, mais je ne pense pas du tout que ce soit le cas dans notre classe. Nous ne parlons que rarement de compétition, personne ne se vante de ses notes, ou bien si ces sujets sont abordés dans nos discussions, c'est toujours avec humour (notamment lors du conseil de classe où nos délégués nous ont fait part du classement).

Il y a environ 10 élèves assez indépendants (et je me compterais dans ce groupe) ayant acquis cette habitude de "se débrouiller tout seul". Nous sommes des élèves assez bons qui ne se tuaient pas au travail en terminale, et nous avons eu du mal à nous acclimater à cette nouvelle organisation que demande la prépa. Nous avons donc tout d'abord appris à travailler plus nos devoirs, mais nous n'avons pas encore développé le réflexe de travailler en groupe pour gagner du temps. Je crois que ce n'est pas un refus de travailler avec les autres, mais seulement une manière de s'organiser que nous ne connaissons pas (j'ai souvenir qu'au lycée il était impossible de travailler en groupe, car nous avions toujours envie de parler d'autre chose, de rire), et dont nous ne voyons pas encore l'avantage.

Enfin, je ne ressens pas une "émulsion" dans la classe, il n'y a pas de spontanéité, de dynamisme, de réactivité en cours particulièrement, et je pense que cette sorte de passivité dans le groupe classe ne favorise pas une entraide, un travail commun volontaire. Je trouve qu'il manque une vivacité collective qui nous inciterait à plus échanger entre nous sur nos cours.

J'espère que cette réponse vous sera utile (et qu'elle est assez claire et compréhensible),
Cordialement,

Bonjour Lynn,

Excuse moi tout d'abord d'avoir attendu si longtemps avant de te répondre, mais j'imagine que tu comprends sans grande difficulté la difficulté de à trouver un petit moment pour s'y atteler. J'ai ENFIN fini ma semaine, ouf !

Comme je te l'avais dit dans mon dernier message, le fait de travailler plutôt seul n'enlève rien à la nécessité pour moi et mes camarades de maintenir une ambiance collégiale, même si nous sommes en Prépa. Excuse ce jeu de mots peu inspiré ! L'entraide nous permet de ne pas laisser un élève en difficulté dans la solitude. Si quelqu'un ne comprend pas un élément du cours, ce qui est assez fréquent en Maths, il y aura toujours une ou plusieurs personnes qui l'aideront volontiers.

L'exemple le plus significatif à mes yeux est celui des DM de maths. Mme. M fait souvent en sorte qu'ils soient difficiles afin de nous préparer au mieux, et il arrive souvent que l'on se réunisse par groupes de 4 ou 5 personnes pour s'y atteler et fournir un travail plus productif. D'un point de vue personnel, cela me permet de rester concentré plus longtemps, et souvent de mieux comprendre ce qui nous est demandé dans les exercices.

Voilà ! Ma faible expérience de la classe Prépa ne me permet malheureusement pas de te fournir plus d'exemples. J'espère en tous cas que mon aide, ainsi que celle de mes camarades, t'aideront à avancer dans ton travail.

Bonne continuation, et à bientôt !

Bonjour,

Je pense que oui, cela est vrai. Cependant pour le travail en groupe avec mes camarades, elle est un peu bizarre car c'est plutôt un groupe d'amis, un groupe de 3 qui se connaît depuis la Seconde.

Comme exemple je pourrais citer le fait que nous trois avons emprunté une salle au lycée Turgot afin que je leur donne un cours de math, cela est enrichissant pour moi même et pour eux. Mais je ne suis pas contre pour aider d'autres élèves.

De plus au lycée, nous avons une salle dédiée à nous, donc beaucoup de personnes de la classe y vont pour travailler, et cela crée des groupes de travail.

Voilà j'espère que cela puisse vous aider.

Cordialement

Bonjour,

En fait, je comprends assez bien les réponses apportées dans les questionnaires.

Je pense que dans la classe tout le monde est conscient qu'une bonne ambiance et de bons rapports entrès chacun sont nécessaire pour réussir. Les profs nous le répètent : les années où ça intègre le plus sont les années où il y a une bonne ambiance de classe. Plus qu'une bonne ambiance, j'ai le sentiment que ca devient vraiment stimulant à partir du moment où tout le monde tire dans la même direction.

Pour ce qui est du travail en groupe, je pense qu'il existe. Mais dans ce travail, la dimension d'entraide n'est pas forcément présente. Les gens dans la classe travaille en petit groupe, mais ces petits groupes ne sont pas des moments d'échanges particuliers, chacun fait ce qu'il a à faire. Bien sûr, si quelqu'un bute sur quelque chose, il demande de l'aide, mais le groupe se caractérise d'avantages par les individualités que par un travail homogène ensemble. Pour ma part, il m'arrive d'aller travailler avec des camarades, mais je planifie mon temps de façon individuel sans concertations avec mes camarades de travail du jour. Si dans mon travail personnel, je ne comprends pas quelque chose, je demande des éclairages, mais ça reste une logique personnelle. Pourquoi alors travailler en groupe? Pour ma part, je pense que la présence de l'autre, et le voir travailler est vraiment stimulante pour moi dans mon travail personnel. En plus de l'aspect "affinités" il ne faut pas se mentir.

Bonne chance.

Bonjour,

Tout d'abord, on ne vous la sûrement pas dit, mais les élèves de notre classes vivent dans des villes/villages qui peuvent être diamétralement opposés (j'habite pour ma part à Malakoff dans le 92 alors que certains de mes camarades habitent dans le 78, 95 voir 94) ce qui peut donc permettre d'expliquer qu'après les cours ou le weekend, il soit difficile pour nous de travailler ensemble.

Ainsi, il m'arrive d'aller travailler à la bibliothèque avec mes camarades, mais la distance fait que ça ne se produit que rarement.

Par ailleurs, j'ai pour ma part, du mal à trouver de la concentration en travaillant en groupe, je préfère donc travailler dans mon coin et demander éventuellement de l'aide à mes camarades via les réseaux sociaux ou par email. Et, du fait que le travail en groupe ne se généralise pas, il se développe un état d'esprit de solidarité que je ne pensais pas trouver en classe préparatoire. Par exemple, dès qu'un camarade est absent, les cours lui sont fournis sans la moindre hésitation, loin de l'esprit de compétition de prépa qui voudrait qu'on cherche constamment à se tirer dans les pattes (il est cependant présent lorsqu'il s'agit de DS...).

Il y a aussi l'idée que finalement on est tous dans le même bateau, est que quitte à passer deux années difficiles, autant qu'elles se passent dans les meilleures conditions possibles. Je ne dis pas qu'on est tous devenus les meilleurs amis du monde, mais que la difficulté nous amène à nous serrer les coudes un maximum, amitié ou non. Cette solidarité nous permet aussi dans un sens de nous rassurer, et de nous conforter dans l'idée que nous ne sommes pas seuls à en baver.

En ce sens, on se motive quand il y a un coup de moue, on se félicite quand les notes sont bonnes, on n'hésite pas à se poser des questions via mails/ téléphone sur une partie du cours mal comprise etc... Il va de soi cependant que cette solidarité à des limites. De ce fait il n'est pas rare qu'il y est des demandes de prêt de DM, d'exercices de tous genres (ces demandes aboutissent de moins en moins du fait d'un certain ras-le-bol).

J'espère avoir répondu à votre question.

Bonne fin de journée.

Le travail en groupe est difficile à mettre en place dû aux horaires de cours car certaines personnes ont un long trajet à faire pour rentrer chez eux. De mon côté, quand des camarades me demandent de l'aide, j'accepte et on reste ensemble un peu au CDI pour travailler. Je trouve que c'est bien de pouvoir compter les uns sur les autres, on enseigne les matières où l'on se sent le mieux par rapport aux autres.

Bonsoir, et bonne année!

Je suis toujours d'accord pour l'entretien en février et je vais essayer de répondre à votre question assez clairement. C'est vrai qu'il y a peu de travail en groupe, certains élèves ont peur d'être perturbés, car c'est vrai que lorsque nous travaillons au lycée par exemple, à

plusieurs, sur un devoir maison, à certains moments on fait autre chose que travailler. Mais je continue de penser que le travail en groupe permet de motiver ceux qui ne travailleraient pas forcément à la maison. J'ai un camarade classe qui a du mal à travailler tout seul parce qu'il est distrait par les jeux vidéo ou autres, et on est plusieurs dans la classe à le "forcer" à rester au lycée avec nous pour qu'il fasse au moins ses devoirs.

Même si le travail en groupe ne concerne pas tout le monde, c'est vrai qu'on s'aide beaucoup. Lorsque quelqu'un ne comprend un point du cours, ou a du mal sur un exercice, c'est impossible qu'il ne trouve pas d'aide auprès d'un camarade de classe. C'est ce qu'il se passe par exemple, avant les colles d'Histoire, certains élèves ont plus de culture que d'autres et donc ceux qui ont des difficultés savent qu'ils peuvent se faire expliquer ce qu'ils n'ont pas compris par les autres.

En mathématiques, les explications de mes camarades m'aident parfois mieux à mieux comprendre le cours que les explications du professeur qui peut avoir tendance à vouloir rendre la chose facile mais en la compliquant davantage. Je pense que c'est bien aussi de s'inspirer des points positifs des autres. Je sais que je rédige bien les exercices de mathématiques, donc certains élèves regardent mes copies et me posent des questions pour que je les aide à progresser dans la rédaction.

J'espère avoir aidé un peu, bonne soirée.

Bonsoir,

Tout d'abord, meilleurs vœux!

Pour répondre à ta question, bien que le travail personnel soit important, le travail en groupe nous permet d'échanger des façons de penser différemment des notions de la leçon. Par exemple, on s'échange des méthodes (probantes ou non) vis à vis d'un type d'exercice particulier. En plus, ce travail en groupe, même s'il est majoritairement réalisé avant les colles, nous permet aussi de nous questionner sur les notions qui seront abordées pendant l'exercice. Enfin, s'entraider améliore le niveau général et l'ambiance de classe, ce qui nous permet aussi de progresser tout en s'épaulant, notamment quand quelqu'un qui a bien compris la teneur d'un chapitre aide les autres à mieux conceptualiser les propriétés et leurs démonstrations.

Cependant, même si le travail de groupe est présent, je pense qu'on travaille plus chez soi car c'est une habitude que l'on garde du lycée, ce qui ne nous empêche pas de travailler en groupe. De plus, je pense que travailler seul permet de donner une certaine autonomie du travail, et mettre en commun ce qu'on a réalisé avec les autres est un bon moyen de comparer différentes réflexions qui peuvent amener à mieux comprendre des notions.

J'espère que ça répond suffisamment à ta question.

Cordialement,

Question 2 : les colles comme cours particulier (Février 2013)

Bonjour,

Le concours blanc est passé c'est bon j'ai plus rien à faire (enfin tout est relatif bien sûr) ! Je suis d'accord avec cette vision des choses, c'est vrai que les colles sont une forme de deuxième cours, qui nous expliquent les mêmes choses mais différemment ce qui permet de mieux comprendre ce qu'on n'avait pas forcément compris en cours. Exemple personnel tout bête : la formule des probabilités composées que je ne savais pas trop quand utiliser; en colle le colleur me l'a expliqué à nouveau et j'ai compris quand m'en servir. L'approche en colle est plus individuelle et elle permet de s'adapter au niveau de chacun pour reprendre certaines choses pas vraiment acquises. C'est plus pratique pour poser des questions. C'est aussi un moyen de se rendre compte de ce qu'on maîtrise ou pas. Voilà, si besoin de plus de précisions dites-moi.

Bonne fin de journée,

Bonjour,

Effectivement, même si bien sûr les colles de maths sont sûrement ce que nous redoutons le plus en prépa, nous sommes tous d'accord sur le fait que les colles sont un excellent exercice et que nous avons appris quelque chose en sortant. Généralement pour ma part, la colle s'apparente bien à un cours individuel, car lorsque je n'ai pas compris une chose que je dois démontrer ou faire au tableau, le colleur vient tout de suite m'aider, et m'expliquer ce que je n'aurais peut être pas forcément saisi dans mon cours. Quand je ressors, tout est déjà un peu plus clair et cela m'aide beaucoup pour mes devoirs. Je pense qu'effectivement, les colles de maths font l'unanimité sur ce point !

Voilà, j'espère avoir répondu à vos questions,

Cordialement

Salut à toi !

Je suis tout à fait d'accord, je pense aussi que les colles sont une occasion idéale de demander des explications plus approfondies aux professeurs. Ils ne sont pas là pour nous descendre, mais pour nous évaluer et, au besoin, nous aider. La seule nuance que j'apporterais, c'est que je déteste les colles de groupe, parce qu'il est très difficile de s'organiser en très peu de temps (en éco par exemple), et que ça devient vite brouillon si le niveau des élèves du groupe n'est pas assez homogène.

Voilà, j'espère t'avoir aidée dans ta quête de témoignages ! En espérant que tout se passe bien pour toi et ton travail, je te souhaite une bonne continuation !

A la prochaine,

Hello !

Il est clair à mes yeux que les colles, au-delà de l'aspect "interrogation orale", ont indirectement un rôle de cours particulier. On n'a pas toujours le temps d'aller voir notre professeur pour mieux comprendre un point du cours, et fort heureusement les colleurs, en nous voyant galérer cinq minutes sur un "ridicule exercice", viennent nous donner un coup de main et nous montrent comment il faut s'y prendre.

Je n'ai pas d'exemples en particulier puisque j'ai déjà vécu pas mal de fois cette situation. Mais le dernier en date (il y environ 30 minutes), c'était pour encadrer une fonction définie par une intégrale.

Voilà ! Bon travail et à bientôt !

Bonjour,

Oui effectivement, les colles sont un bon moyen de revenir sur des difficultés rencontrées. Face à un petit groupe, on ose plus poser des questions que devant une classe de 40 élèves. De plus, on est "obligés" de faire face aux difficultés que nous rencontrons. Par exemple, quand il y a un chapitre en particulier que l'on aime pas, et que l'on a pas envie de travailler, non seulement la colle portant sur ce chapitre nous obligera à le travailler, mais en plus on sera confronté directement aux problèmes que nous pose ce chapitre. Et, dans le meilleur des cas, en sortant de la colle, on aura compris, et appris quelque chose.

Cependant, les colles ne suffisent pas. Certes, on peut mieux comprendre certains points, et revenir dessus en posant des questions et se faire expliquer, mais elles ne durent qu'une heure maximum et nous ne pouvons pas revenir sur tous les points du cours qui nous posent problème. Mais, même si l'objectif premier des colles reste d'évaluer notre niveau, leur point fort est en effet de nous permettre de franchir les difficultés.

Cela dépend néanmoins des matières. Cela est vrai pour les maths par exemple, car on nous donne un exercice précis et si on arrive pas à le faire, en sortant de la colle on l'aura compris et on sera capable de le refaire. Mais, pour des matières comme les lettres ou la philosophie, c'est particulier... En ce qui concerne les langues, les colles nous permettent de nous exprimer, de nous entraîner à parler, et d'avoir quelqu'un en face pour corriger nos fautes. C'est donc un excellent exercice, qui apporte un véritable plus au cours, car tous les élèves ne participent pas en cours de langue.

Bonjour,

Cela dépend vraiment de la matière qu'on passe en colle et du colleur. Il y a des colles où il faut être meilleur que la personne à côté, un peu dans le genre compétition pour avoir une bonne note (mathématiques, microéconomie, voire macroéconomie, passage à trois). Sur les trois matières entre parenthèse, c'est vraiment que pour faire la colle et il n'y a pas d'explication, c'est juste pour avoir une note. Cependant pour l'anglais, l'entretien, l'histoire les colles sont individuelles et il y a un échange direct avec le colleur qui nous

explique nos faiblesses, ce qu'il faut améliorer etc. Par exemple pour ma colle d'histoire, le prof coupe souvent pour ajouter des trucs en plus, des faits d'actualité, des informations personnelles qui permet d'enrichir une dissertation.

J'espère que cette réponse vous aidera.

Bonne soirée,

Cordialement

Bonjour,

Désolée d'avoir tardé à vous répondre.

Tout d'abord, les colles ont pour objectifs premiers de nous préparer aux épreuves orales des concours. En première années à D, les colles d'histoire, d'anglais et de philo sont préparées individuellement à la maison, cela ne nous empêche pas de nous entraider, dans notre groupe de colle en tous cas. Pour les colles de français, toute la classe doit faire une fiche sur un sujet donné par le prof, puis on transfère nos fiches au délégué qui nous renvoie l'ensemble des fiches (nous pouvons tomber sur des fiches que nous n'avons pas faite). En ce qui concerne les maths et l'espagnol, nous avons des thèmes à réviser puis le colleur nous donne un exo ou un texte à travailler, à ce moment le travail est uniquement personnel.

Pour ce qui est de l'aspect "cours particulier", je pense qu'il faut éviter de poser trop de questions et de demander de l'aide au colleur, car l'on risque de perdre des points (ce qui serait dommage). Cependant, il vrai que c'est effectivement le moment d'apprendre et de comprendre plus de choses:

- en histoire après avoir passé la colle, le colleur nous dit ce qui n'allait pas en rajoutant des éléments que l'on avait oubliés. Ainsi on s'améliore et apprend plus de choses.

- en math, lorsque l'on est bloqué sur un exercice, le colleur nous aide à comprendre ce que l'on nous demande.

- en anglais et en espagnol, le colleur nous reprend sur notre prononciation, notre vocabulaire et notre grammaire. De plus, à la fin, il nous pose des questions et nous aide à y répondre.

Là encore cela nous permet d'acquérir des connaissances et de nous améliorer.

J'espère avoir répondu à vos questions.

Cordialement,

Bonjour,

Il est vrai que les colles ont l'avantage de se dérouler en tête à tête avec le colleur, ou en groupe très réduit (pas plus de 3). Cela nous permet ainsi de prendre du recul par rapport au cours et de poser des questions qui seraient restées sans réponses.

Par exemple, les colles de maths sont de mon point de vue très utiles dans le sens où elles permettent de tester nos connaissances et d'appliquer ces connaissances lors d'exercices

types. Il en va de même pour les colles de d'histoire qui incitent à un apprentissage régulier du cours.

Les colles plus littéraires (langues, philo et français) nous entraînent à nous exprimer comme lors des entretiens de concours, ce qui constitue un véritable plus.

Les colleurs sont pour la plupart à notre écoute, mais n'hésitent pas non plus à nous faire des remarques, nous déstabiliser (de manière plus ou moins subtile..), dans le but bien sûr de nous confronter aux réalités des concours. Par exemple en colle de Français (culture générale) le colleur nous fourni un sujet quelconque tel que "casse-toi pauvre con" ou encore "le bon vieux temps" et nous devons faire en un quart d'heure une argumentation construite et problématisée. Je ne suis cependant qu'en première année, les colles vont donc, je pense, monter en intensité, tant au niveau du travail à fournir qu'au niveau des exigences des colleurs.

J'espère avoir répondu à vos questions, n'hésitez pas à m'en reposer pendant ces deux semaines de répit.

Amitiés,

Il est vrai que les colles nous permettent de mieux travailler les cours. Quand nous sommes devant les colleurs et que l'on est bloqué, ils nous réexpliquent le problème et nous aident beaucoup. Quand pour certaines colles, nous pouvons les préparer à l'avance, on travaille souvent en petit groupe pour s'entraider et se donner des réponses ou des conseils pour ceux qui les ont déjà passées. Par exemple, quand mes camarades me posent des questions sur des sujets sur lesquels je suis calée et que j'ai déjà faits, je leur passe volontiers ma préparation car je sais qu'ils vont rendre le pareil et m'aider dans d'autres matières comme en économie par exemple.

Bonsoir,

Les colles sont un bon moyen de faire progresser en accentuant sur certains côtés des leçons et des exos sans doute vus rapidement et d'approfondir les connaissances. Bien sûr ça dépend de la qualité du colleur mais en général on ressort d'une colle en ayant soit le sentiment d'avoir compris ce qu'on attendait de nous ou d'avoir mieux cerner les attentes. En plus, les colles nous servent pour avoir différentes façons de rédiger ou d'analyser une question. Quand on ne comprend pas comment amorcer un raisonnement afin de répondre à une question, le colleur est là pour nous donner des indices afin de pouvoir nous aider à "redémarrer". J'espère que ça répond à ta question.

Cordialement,

Question 3 : la façon de gérer les difficultés rencontrées lors de la résolution d'un exercice (Mars 2013)

Etudier le cours: toujours, quand je bloque c'est la première chose que je vais voir; même si c'est pas toujours d'une grande utilité selon les exos.

Chercher un exo analogue : dans un livre d'exos corrigés, jamais; dans un exo qu'on aurait pu faire en classe, toujours.

Chercher sur internet : jamais.

Demander de l'aide à quelqu'un : parfois, aux autres élèves.

Faire appel à l'imagination : parfois, quand une solution me paraît logique (même si c'est pas toujours le cas) et que j'ai pas trop le temps de faire l'exo.

Reprendre l'exo à tête reposée : quand j'ai plusieurs jours pour faire l'exo, souvent.

Laisser tomber: parfois, quand j'ai pas trop le temps et que rien ne marche....

Voilà, après j'arrive toujours plus ou moins à bidouiller un truc donc je bloque rarement au point de faire toutes les stratégies.

Je retourne étudier le cours : toujours (nous avons des interrogations de maths tous les débuts de cours donc c'est utile de tout revoir pour les exercices)

Je cherche un exercice analogue dans un livre d'exercices corrigés : parfois

Je cherche une aide sur internet (forums, chat, ...) : parfois

Je demande de l'aide à quelqu'un (un camarade de classe, le professeur, un professeur particulier...) : toujours (en prépa, solidarité oblige)

Je compte sur mon imagination pour inventer une façon de traiter l'exercice : jamais

Je le laisse de côté pour le reprendre plus tard à tête reposée : parfois

Je laisse tomber et j'attends la correction en classe : parfois

Parfois, Jamais, Jamais, Jamais, Parfois, Souvent

Le plus souvent ma stratégie est de trouver autre chose à faire.

Bonjour,

Voici ma réponse à la dernière question que vous avez posée. Je m'excuse de ma réponse tardive...

En ce qui concerne la stratégie que j'adopte le plus souvent lors de la résolution d'un exercice, ayant personnellement de grosses difficultés et lacunes en mathématiques, je laisse bien souvent tomber et me contente d'attendre la correction. Même quand je reporte à plus tard parce que je n'y arrive pas, le plus souvent je n'ai pas le temps d'y revenir.

Cependant, lorsque je travaille sérieusement, la stratégie que j'adopte le plus souvent est celle de rechercher dans mon cahier si nous n'avons pas fait un exercice similaire, et je

m'en inspire. Je demande rarement de l'aide, mais c'est bien souvent par manque de temps et aussi par peur de déranger les autres.

Aussi, je ne commence jamais un exercice sans avoir lu le cours auparavant, j'ai recours à mon cours systématiquement.

Au revoir,

Re-bonjour !

Alors je te donne dans l'ordre les réponses du tableau, mais il me semble qu'elles sont aussi sur le questionnaire. Si jamais un problème survient :

- 1) Toujours
- 2) Parfois
- 3) Parfois
- 4) Souvent
- 5) Souvent
- 6) Parfois
- 7) Parfois

Et voilà le travail ! Bonne continuation !

Parfois, parfois, jamais, parfois, souvent, souvent, souvent

Quand je rencontre un problème pour faire un exercice de maths, je fais une pause et passe à un autre exercice avant de le reprendre plus tard. Je demande parfois de l'aide à mes parents ou même à ma petite sœur qui se trouve en S et qui fait à peu près le même programme que moi. Si je n'y arrive toujours pas, j'attends le prochain cours de maths où nous faisons la correction et j'essaie de comprendre la l'analyse effectuée par le professeur.

Bonjour,

Pour répondre à ton tableau, je retourne souvent voir le cours et notamment, les exercices types qui en font partie pour analyser, appliquer et apprendre leurs démarches. Je demande souvent de l'aide de camarades qui ont compris la façon de procéder (surtout pour les devoirs maison) et l'aide du professeur pour des questions spécifiques mais je ne vais pas sur internet. Je le laisse parfois de côté sans pour autant ne pas avoir fait tout ce que je pouvais faire dedans. De plus, je demande de nombreuses fois au prof pendant les TD si les questions aux DS et aux concours seront posées suivant la même forme que l'on rencontre dans l'exercice et j'annote la façon de répondre dans la leçon avec la question pour savoir comment faire au devoir, comme ça je révise à la fois les notions et la façon de les utiliser.

J'espère que ça répond à tes questions.

Bonjour,

Parfois, parfois, souvent, parfois, jamais, souvent, souvent

Je fais rarement mes devoirs de mathématiques, ni les DM d'ailleurs quand je n'y arrive pas car j'abandonne très vite ; cependant quand j'y arrive je les traite. J'utilise beaucoup internet pour m'aider à faire les exercices de mathématiques ou sinon je revois les exercices traités en cours pour trouver des similitudes. Sinon en dernière solution, je demande à des élèves qui sont déjà dans les grandes écoles pour m'aider à faire mes devoirs car j'étais dans des tutorats tels central égalité de chances (avec Centrale Paris) ou Talens (avec l'ENS). Je vois aussi une fois par mois environ mon tuteur de l'ENS pour revoir des cours mais seulement d'économie même s'il peut m'aider en mathématiques.

À vrai dire en DS j'arrive à m'en sortir !! Désolé pour cette réponse tardive :D

Question 4 : les conseils aux "successeurs" (Avril 2013)

Bonjour,

Pour répondre à ta question : il ne faut pas hésiter à poser des questions si on ne comprend pas, et à (re)faire tous les exercices donnés en cours. Il faut même être prêt à trouver d'autres exercices par soi-même pour pouvoir s'entraîner.

À bientôt,

Bonjour,

Pour répondre à votre question :

Mon conseil, selon mon expérience, est que dès qu'un chapitre est achevé, il faut faire des exercices dessus aussitôt et en grande quantité (ce que j'ai compris que plus tard). Je fichais mon cours de maths mais faisais des exercices de manière plus irrégulière, ce qui n'est pas une bonne stratégie je pense. Et revenir souvent sur les chapitres passés me semble aussi très important, puisqu'à la fin, les exos de devoirs ou de concours mélangent tous les chapitres.

Voilà,

Merci!

Bonjour,

Je leur conseillerai de ne pas se décourager. Il faut être constant dans ses révisions et retravailler les contrôles. Même si on n'est pas bon sur un chapitre, un autre peut nous aider à comprendre.

Amitié,

Bonjour,

Ce qui me vient tout de suite à l'esprit c'est l'organisation liée à la façon de travailler, car qu'importe la quantité d'heures passées à réviser, si ce n'est pas fait de façon régulière et

dynamique (refaire des exercices, élaboration de fiches etc...) le travail est beaucoup moins efficace et les notes en pâtissent.

L'idée d'un programme détaillé avec tout ce que l'on doit effectuer durant une semaine de cours me semble donc être une manière d'organiser son travail, ça ne prend pas beaucoup de temps et cela permet d'avoir un aperçu du travail à faire dans sa globalité, tant en ce qui concerne la révision des colles et des DS que de l'apprentissage du cours.

Bonne fin de weekend.

Bonjour,

Je dirais aux élèves de faire des fiches pour les définitions, formules etc... et de les apprendre. De plus, de faire des exercices pour s'entraîner. S'il y a des problèmes ne pas hésiter à demander de l'aide à ses camarades.

Voilà :)

Bonsoir,

Je leur dirai tout d'abord de ne pas se démonter devant la charge de travail ni les mauvaises notes qui pourront arriver. De plus, je leur conseillerai de travailler si c'est possible autant de temps chez soi que l'on passe en cours sur une leçon (comme dirait Mme L.D., c'est une heure en classe, une heure chez soi) et ils se sentiront toute suite beaucoup plus à l'aise. Enfin, de profiter des colles de maths pour savoir si on est au point ou non sur un cours et pour affiner les questions et les raisonnements.

J'espère que cela suffira.

Bonjour,

Je leur conseillerai vivement de garder leur cours de maths de Terminale, car ce qu'on fait en prépa, c'est la même chose (au début de l'année du moins) mais c'est en général beaucoup plus compliqué que la Terminale, donc parfois je regarde mon cahier de l'année dernière, histoire de me remettre des choses au clair, sans m'embrouiller de formules compliquées.

Ensuite, je leur dirai d'avoir un petit cahier dans lequel écrire toutes les formules, qu'ils auraient toujours à portée de main en cours, sans avoir à sortir toutes les feuilles de tous les chapitres (plus on avance dans l'année, plus les exercices mêlent différents chapitres).

Et enfin, je leur conseillerai de ne pas hésiter à demander de l'aide au professeur ou aux camarades de classe, la solidarité en maths est plus que nécessaire, car c'est souvent la matière en prépa la plus difficile, et c'est aussi souvent celle qui fait chuter beaucoup de notes... Nous faisons souvent les DM par groupes, afin de mieux comprendre.

Voilà, c'est tout ce qui me vient à l'esprit pour l'instant !

Bonne journée et bon courage à vous aussi.

Alors je pense que je leur conseillerai de se mettre à travailler dès le début de l'année, d'apprendre leur cours, que je trouve beaucoup plus important et beaucoup plus utile que les cours de lycée qui n'apportent rien de plus aux exercices. Après je pense que c'est important de revoir les exos qu'on fait en cours, au moins de les relire voir si on a bien compris, car en général on fait pas beaucoup d'exos sur un même thème, donc il vaut mieux s'assurer de l'avoir compris avant les révisions pour un DS, parce qu'on a rarement le temps de tout réviser avant un DS, étant donné que la quantité de cours et d'exos est beaucoup plus importante qu'au lycée. Voilà pourquoi en prépa on ne peut pas réviser un DS du jour au lendemain..... Donc c'est nécessaire de s'y prendre avant, et régulièrement. Voilà, je sais pas trop quoi dire de plus... Si j'ai pas été très clair dites le moi.

Bonjour,

Je leur conseillerai de sélectionner des mécanismes / exercices types de chaque chapitre, pour pouvoir organiser ses révisions et travailler pour la deuxième année. Cette sélection permet de ne pas être découragé par une masse d'exercices pas encore triés. Je leur conseillerai aussi de travailler le calcul mental, et de prendre en note les explications du professeur en cours, afin de pouvoir reprendre plus facilement les questions difficiles et leur raisonnement.

Cordialement,

Alors : cher néo-préparationnaire, tu vas en baver ! Non je rigole. Mais plus sérieusement, tu vas avoir beaucoup de mal en Mathématiques si tu ne t'impliques pas de façon constante dans ton travail, à moins que tu ne sois un mini-Einstein. Du haut de ma modeste moyenne en Mathématiques, je peux te conseiller d'apprendre TOUS LES JOURS ta leçon (formules, propriétés, etc.). Normalement ton professeur y veillera. Le deuxième conseil est de faire et refaire plusieurs fois les exercices. Avec le temps, je me suis rendu compte que les Maths, c'est 90% de répétitions, pour à terme savoir ce que l'on doit faire pour chaque question. C'est un peu un travail de machine, mais ça en vaut vraiment la peine ! Il est beaucoup plus facile, lorsque l'on est bloqué par un exercice, d'avoir un maximum d'outils, qui en l'occurrence se trouvent dans le cours.

Question 5 : le déroulement des colles (Mai 2013)

Bonjour,

Les colles de maths [à B, voie T] sont une sorte d'épreuve qui permet de tester les derniers éléments vu en cours. Les colleurs nous passent une feuille d'exercices en début de l'heure et nous laisse la travailler seule. Si jamais nous sommes bloqués quelque part lors de la résolution d'un exo, le colleur vient nous aider comme si nous nous trouvions dans un cours particulier.

En 1ère année, nos colleurs sont des profs extérieurs à l'établissement et nous alternons à chaque colle de colleur car leurs fiches d'exercices diffèrent et nous pouvons travailler différents types d'exercice.

Le nombre d'élèves passant en même temps varie en fonction des semaines et de leur heure de passage (qui ont été décidées par notre prof principal de management au début de l'année), et nous pouvons nous retrouver à 4-5 élèves en même temps pour un même colleur.

En espérant avoir pu t'être utile

Bonjour,

Alors pour les colles de mathématiques, j'en ai fait que deux cette année, on passe par trois chacun 1 tiers du tableau et on a un chacun un exercice différent à traiter. On a tous une heure pour faire l'exercice, quand on a fini de faire l'exercice le colleur donne des nouveaux exercices. On peut assister aux colles des autres groupes afin de voir les exercices et s'entraîner en même temps que les collés sur une table au fond de la classe. Le colleur lui suit le déroulement des colles et aide les élèves qui bloquent à une question en leur donnant des pistes.

Voilà bon courage et bon weekend !

Bonjour,

Désolée d'avoir un peu tardé, voici ma réponse.

Déroulement : une fois par semestre c'est notre prof de math qui nous fait passer en colle. Sinon le reste du temps, ce sont d'autres professeurs qui nous interrogent. Le déroulement des colles (de maths) est différent selon le professeur qui nous fait passer.

Élèves : nous sommes 3 par groupes de colles. Les groupes se décident soit par un choix des élèves qu'ils soumettent après au prof, soit par le prof lui-même lorsque que les élèves ne se sont pas décidés. Les groupes sont les mêmes pour toutes les colles, mais peuvent varier selon leur LV2.

Programme/contenu : On peut avoir une question de cours, suivie d'un exercice, ou bien, un ou deux exercices à faire. Pour les questions de cours, on ne nous demande pas de démonstrations ou alors la démo est implicite (=inclue dans une question d'un exercice).

Les exercices sont en rapport avec le programme qui nous est donné une semaine avant. C'est quasiment une application directe du cours, donc évidemment il faut connaître son cours sur le bout des doigts. Ils demandent tout de même un peu de réflexion, mais moins que dans un DS.

Voilà, j'espère avoir répondu à vos questions et attentes.

Bonjour,

Les colles de maths se déroulent le plus souvent à 3, les membres du trinôme, en la présence d'un colleur qui est la plupart du temps professeur de mathématiques, le colleur change d'une semaine sur l'autre, cette année ils étaient 4 à se partager les colles.

Les groupes de colles se constituent en début d'année, les élèves les constituent la plupart du temps en fonction des affinités mais ils peuvent être modifiés pour des raisons pratiques par la personne chargée d'élaborer le colloscope.

Chaque semaine notre professeur de maths nous envoie par mail le programme de colle de la semaine qui suit, ce programme porte sur les démonstrations vues en cours, les définitions, les formules, exos d'application directe du cours ou exercices plus poussés.

Chaque colleur organise sa colle comme il le souhaite, elle peut débuter par une question de cours et enchaîner sur un exercice mettant en application la notion, ou être constituée uniquement d'exercices plus ou moins complexes.

En ce qui concerne les exercices, une fois donnés le colleur nous laisse le temps d'y réfléchir et de débiter un raisonnement, puis il nous corrige, nous explique si besoin, nous "tend des perches" c'est-à-dire qu'il fait vaguement allusion à une notion qui pourrait nous permettre de faire l'exercice et c'est alors à nous de "saisir la perche" afin de montrer que nous connaissons notre cours. Une note est attribuée à la fin de l'heure, les notes de colles constituent une moyenne indépendante de la moyenne de maths et apparaît sur le bulletin.

J'espère avoir répondu à votre attente, n'hésitez pas à me poser des questions si besoin.

Bonjour,

Désolé pour l'attente, j'ai été un peu occupé cette semaine. Les colles de maths se déroulent avec quatre professeurs différents et portent sur les notions et des exercices en rapport avec la leçon précédente et celle actuelle (voire une leçon d'informatique en plus) qui est toujours annoncée la semaine avant la colle. On commence donc par la distribution nominative des sujets et on démarre dans la très grande majorité des cas par la démonstration ou la question de cours (souvent l'explication d'un cas particulier). La démonstration peut poser problème car le colleur n'a peut-être pas la même que celle de la leçon et peut donc en quelque sorte l'accepter difficilement. S'ensuit un ou plusieurs exercices qui peuvent être en rapport avec la démonstration ou avec des notions de l'autre leçon (ça dépend un peu de l'envie du prof quand il a fait le sujet). Les exercices sont souvent semblables aux exercices-types que l'on trouve dans la leçon. La notation dépend essentiellement de la démonstration et (hélas) parfois de la dernière question réalisée. On peut demander de l'aide au colleur, en tenant compte du fait que la note peut en prendre un coup. La colle dure une heure. On est deux ou trois, très rarement quatre, et les groupes de colles sont formés suivant l'ordre alphabétique et les classes de langue vivante. J'espère que ça vous satisfera.

Cordialement,

Bonjour !

Alors au niveau des colles, nous sommes toujours par trois, nous avons été divisés au début de l'année selon les différentes langues de chacun. Nous voyons environ 4 colleurs en maths durant l'année, si je ne me trompe pas. Elles se déroulent une semaine sur deux pour chaque trinôme. Le lundi avant la première quinzaine de colles, notre professeur nous donne le programme de ce qu'il y a à savoir et ce sur quoi nous risquons d'être interrogés. Nous avons le plus souvent des démonstrations à connaître et à savoir expliquer, et d'autres exercices à savoir refaire devant le colleur. Ces exercices portent vraiment sur le programme donné, même si nous devons nous servir de ce que nous avons appris le reste de l'année.

Nous divisons donc le tableau en trois parties et chacun possède sa démonstration ou son exercice. Le colleur va et vient entre les élèves et corrige dès qu'il remarque quelque chose d'anormal mais sinon nous laisse faire et attend de voir le résultat. Parfois les colles s'apparentent à un cours particulier. Ce n'est que lorsque notre exercice est parfaitement fait que nous passons à un autre. Bien évidemment, plus nous parvenons à faire des exercices en peu de temps (c.à.d. en une heure), plus le colleur remarque notre aptitude, donc il nous note par rapport à cela aussi. Le plus souvent, nous passons beaucoup de temps sur les démonstrations qui sont parfois très complexes et que nous ne parvenons pas toujours à expliquer, mais les colles nous permettent de mieux définir les théorèmes, lois mathématiques etc... Surtout avant un devoir, elles nous sont très utiles.

Voilà j'espère vous avoir aidé en ce qui concerne l'univers des colles ! N'hésitez pas à me poser d'autres questions.

Bonjour,

Je suis vraiment désolée de répondre que maintenant, je n'étais pas allé voir mes mails (sans doute la fin d'année qui se fait sentir).

Pour répondre à vos questions:

On a 4 colleurs différents, dont notre prof. On a donc 3 à 4 fois le même prof. On arrive donc en colle à 3, trinôme déterminé au début de l'année par ordre alphabétique, selon les LV2. On s'installe au tableau qu'on divise en trois. Généralement, la colle débute par une des démonstrations qu'on devait apprendre; parfois elles sont introduites au sein des exercices, mais c'est rare. Ensuite on enchaîne des exercices, le nombre dépend de la rapidité et de la réussite. Après sur le déroulement en lui-même je ne sais pas trop quoi ajouter...

Le programme de colle est donné le mercredi avant le début de la quinzaine. Il porte sur 1 ou plusieurs chapitres, selon leur taille et leurs difficultés. Il y a à chaque fois des démonstrations à apprendre; là encore le nombre dépend de leur taille et du chapitre.

Voilà, si vous voulez plus de précisions dites moi; et encore désolée pour le retard.

Annexe 13 : Verbatim des entretiens avec les étudiants

Entretien Alexis et Sophie (lycée K)

Dans ce qui suit : I= Intervieweur, S=Sophie, A=Alexis.

1	I	<p>Je vais poser les mêmes questions à tous les deux, vous répondez comme vous voulez, mais chacun à son tour.</p> <p>Je vais commencer par la première chose qui m'intéresse beaucoup, c'est le travail de groupe que je poursuis depuis le début de l'année. Et donc on a eu des correspondances à propos de ça en janvier, mais la première fois que je vous avais écrit c'était en octobre ou novembre quand je vous avais demandé si vous êtes prêts à communiquer avec moi, donc c'était juste après les questionnaires, et je vous avais demandé si vous travaillez en groupe, pour vous faire filmer.</p> <p>Alexis tu avais dit je travaille très rarement, et Sophie tu avais dit de temps en temps et pas forcément pour réviser un contrôle. Est-ce que déjà vous sentez que ça a changé ? Par rapport à ce que vous faisiez en début d'année ou c'est-à-dire en terminale, en fin de terminale.</p>
2	S	<p>Moi je sais que je travaille moins en groupe qu'en début d'année parce que, qu'on est amené aussi à faire, enfin à rigoler etc. et les résultats après ne suivent pas forcément, c'est mieux de faire 2 heures de travail chez soi et être vraiment à fond dedans que 2 heures avec des amis parce que finalement ça revient à 20 minutes de travail</p>
3	I	<p>Même en binôme ? ou peu importe ? Le fait d'être à 2 ou à 4 c'est pareil ? Ça perturbe ?</p>
4	S	<p>Ben là pour le moment oui, enfin pour les maths en tout cas...</p>
5	I	<p>Oui bien sûr on parle des maths là</p>
6	S	<p>Oui oui pour les maths enfin je demande après à un ami de m'aider si je comprends pas, un exercice ou cours, mais je préfère, enfin vaut mieux que je réfléchisse d'abord moi toute seule parce que sinon... ou alors si l'autre a plus de facilité après je vais avoir tendance à recopier et ça mène à rien quoi</p>
7	I	<p>Donc tu prépares seule tes DM ou tes colles ou tes DS ?</p>
8	S	<p>Les colles quand même si un petit peu avec mon binôme, on prépare un peu. Il y a Alexis qui m'a aidé de temps en temps à réviser, qui me faisait réviser etc... mais je commence toujours par travailler quand même toute seule chez moi</p>
9	I	<p>Et Alexis ?</p>
10	A	<p>Oui ça n'a pas trop changé, mis à part le fait que les exos qu'on fait en classe, enfin quand la prof nous laisse faire les exos, j'ai plus tendance à le faire avec mon voisin, en binôme, mais seulement juste pendant le cours. Après sinon c'est plutôt chez moi, ou même je m'isole si c'est vraiment, si j'ai vraiment pas compris une notion je m'isole pour bien la retravailler, voilà</p>
11	I	<p>Et pour les DS ?</p>

12	A	Pour les DS, c'est pareil. Les colles par contre avec mes partenaires on fait beaucoup plus, comme Sophie on se pose des questions, on fait des démonstrations devant l'autre pour voir quelles sont les erreurs qu'on a faites. Mais sinon en DS c'est vraiment, un peu égoïste, mais je travaille que pour moi.
	I	Et pour les colles, quand vous travaillez avec vos 2 autres partenaires, c'est comment ? vous vous donnez RDV ? vous dites on va faire 2 heures de travail pour la colle avant la colle ? ou c'est juste spontané ?
	A	C'est généralement avant la colle, l'heure avant la colle. On sait qu'on a déjà travaillé de notre côté
	S	Pour se rafraîchir un peu la mémoire
	A	voilà
	I	Donc vous vous donnez quand le RDV ? une heure avant la colle pour préparer la colle ?
	A	Ça se fait un peu spontanément
	I	D'accord. Et en terminale c'était pareil ? Ou est-ce que vous travailliez plus souvent en groupe ou moins souvent ?
	S	En terminale je ne travaillais pas vraiment les maths, j'étais, ben je m'en sortais sans rien faire
	I	Même pour les bacs blancs, les grands contrôles, les trucs comme ça ?
	S	Je révisais, je faisais juste des fiches de cours mais juste pour moi. Ça m'arrivait de refaire un exercice après avec un ou deux amis, mais au final on ne faisait pas vraiment de travail
	A	Pour moi c'était juste pour les DM on travaillait vraiment en groupe, on était par 2, voir même par 4, on coupait à peu près le DM en parties entre guillemets et après on continuait à le faire de notre façon et on discutait pour voir comment, quelles étaient les bonnes idées, mais pareil pour les DS je travaillais tout seul chez moi, et pour tout ce qui était interrogation de leçon c'était la même chose. J'apprenais tout seul
	I	Est-ce que c'est en rapport avec le fait que vous n'habitez pas proche les uns des autres ? ou ça n'a rien avoir ? parce qu'il y a des élèves qui m'ont dit ça.
	S	Oui moi c'était ça. J'étais dans un lycée à Ermont et j'habitais à Clichy, donc tous les soirs je rentrais à Clichy et je ne pouvais pas du tout travailler après avec les autres personnes qui pouvaient se retrouver en paire chez l'un ou chez l'autre, moi je ne pouvais pas, donc
	I	Et c'est pareil maintenant ?
	A	Ben c'est un peu
	I	Est-ce en relation avec ça, ou est-ce vraiment plutôt le côté discipline, sérieux du travail
	A	Je pense qu'il y a aussi le côté de la distance qui joue, enfin même si ici c'est mieux qu'on est à Cergy du coup il y a pas mal de, comment dire, c'est un nœud de transport donc on peut tous se voir, mais c'est vrai que ça joue quand même pas mal
	I	Parce que j'ai souvent des gens qui m'ont dit ça, j'ai l'impression que c'est beaucoup la distance même dans les lycées parisiens puisque les gens

	viennent d'un peu partout. Alors, bon, par contre vous êtes, vous étiez tous les 2 d'accord comme pas mal de gens, avec le fait qu'il y a une solidarité en classe, même si on ne finit pas par travailler en groupe, il y a un esprit de solidarité
A&S	Oui c'est ça, ça c'est sûr
I	Donc il y a des choses comme se passer les DM, ça c'est normal [A&S rires], donc ça c'est vu comme solidarité le fait que vous échangez des DM, mais comment autrement est-ce que ça se manifeste et je ne sais pas si on peut limiter ça au cours de maths, mais entre autres ?
A	Quand on, ce qu'a dit Sophie pour les colles, quand on ne comprend pas certaines notions, je pense que ça vient spontanément qu'il y a un autre qui vient aider. Je prends mon cas par exemple, on m'a demandé plusieurs fois quel était le machin et je répondais spontanément. Mais après je suis d'accord sur le fait qu'il y a pas mal d'échanges de DM etc... mais c'est vrai que c'est spontané, et c'est quand on voit que l'autre n'a pas compris ça donne envie de l'aider.
I	Et vous vous aidez en classe, ou après les cours, ou pendant les pauses
A&S	Les deux, un peu de tout
A	Grace à facebook et aux sms on peut s'aider en dehors
I	D'accord donc même en correspondance ?
S	Ouais, puis en classe s'il y a quelque chose, enfin s'il y a un sujet sur lequel la prof est passée trop vite, personnellement moi j'ai mon voisin tout de suite qui va m'expliquer, qui va pas me laisser juste à ne rien comprendre
I	Il y a toujours un forum ? on m'avait parlé de forum l'année dernière, ou j'avais compris qu'il y avait un forum entre les étudiants, non ?
S	Il y a un truc sur facebook, entraide classes prépas, mais
I	Non mais ici il n'y avait pas un forum entre les étudiants. Peut être c'est ancien
A	Pas du tout [rire]
I	Pas du tout. J'ai dû comprendre ça, ou c'était peut être avant qu'il n'y ait facebook et tout ça c'était plus simple de travailler. Bon alors l'autre question que j'avais posé donc - Alexis tu m'avais répondu mais tu peux en parler plus si tu veux, et Sophie je ne suis pas sûre d'avoir reçu ton mail- c'est cette histoire de colles comme cours particulier. Alors si je l'ai demandé c'est parce que les élèves qui ont complété les questionnaires l'année dernière, et vous allez avoir ce même genre de questions avec les avantages et les inconvénients des colles, et donc il y en a beaucoup qui m'ont dit que les colles c'est comme un cours particulier, on est en petit effectif, et le prof qui nous reprend tout, qui nous aide. Je sais que ça dépend du colleur
A	Oui exactement [rires]
I	Mais donc qu'est-ce que vous pouvez en dire ? Est-ce que vous avez ce sentiment qu'il y a un aspect cours particulier... vous avez probablement passé des colles avec plusieurs colleurs

S	Moi je suis en panique avant chaque colle donc c'est pas vraiment comme un cours particulier. Je suis en stress d'arriver de...
I	Comment se passe une colle pour toi ? Dis-moi, c'est quoi une colle ?
S	(rire) Colle je sais pas, j'arrive, donc là je suis en stress, je regarde les questions de cours et enfin, si je sens si je sens vraiment que je la connais ça va, ça va comme sur des roulettes
I	C'est toujours une question de cours ?
S	On est interrogé sur des notions de cours au niveau des démonstrations oui. Mais après oui pour les exercices ça peut avoir un aspect de cours particulier. C'est vrai le prof aide, il approfondit de temps en temps
I	Vous travaillez tous les trois en même temps au tableau ou ça dépend des profs ?
A&S	C'est toujours en même temps
I	D'accord
S	Je pense que c'est bien, moi je sais que je retiens, enfin en colle, quand je sors de la colle je sais que je vais vraiment retenir tout ce que le prof a dit, alors qu'en cours je vais pas forcément tout retenir.
I	Malgré le stress ?
S	Oui justement c'est peut-être le stress qui fait que je retiens tout et que
I	Il faut tout le temps être stressé alors si ça te fait autant de bien [rires A&S]
A	Moi c'est pas trop les démonstrations qui m'aident mais plutôt les exercices vu qu'ils sont parfois plus durs que ce qu'on peut trouver en DS ou même la question est plus cachée, moins évidente. Donc ça me permet de mieux voir ce qu'il faut utiliser et de mieux comprendre la question. Après c'est vrai que ça dépend du colleur. Il y en a qui vont nous aider pour expliquer ce qu'il faut faire, d'autres qui vont nous laisser un plan comme ça,
I	Ils sont vraiment là pour tester si vous savez ou non et ils n'ont aucune intention d'aider ?
A	Voilà exactement ! Et puis c'est vrai que ça sert aussi de test la colle, une colle toutes les deux semaines ça sert à voir si on comprend la leçon, des notions de la leçon, on sait comment faire, puis le cas échéant ça nous dit qu'il faut qu'on retravaille telle notion. C'est vrai que c'est, comme cours particulier, je le verrai comme ça aussi mais plus comme un test en fait, un test des connaissances, un test en effectif réduit et pas vraiment noté
I	Et le fait d'être avec les autres, de voir les difficultés des autres ... ça vous fait quoi ?
A&S	[rires]
S	Moi ça me fait du mal, je me dis j'aimerais bien être à sa place pour pouvoir l'aider, j'aime pas du tout moi
I	Vous ne vous aidez pas du tout alors
A	En fait on ne peut pas
S	Moi j'aimerais bien
A	Vu qu'on est trois c'est un peu compliqué, encore plus pour Sophie vu qu'elles ne sont que 2, nous dès qu'on peut et qu'on voit que le prof est focalisé sur un des 3 on essaye quand même de s'aider

I	Pourquoi vous êtes 2 et vous 3 ?
A	C'est juste la répartition des groupes ça s'est fait comme ça
I	Une question un peu à part : vos notes en maths, elles sont autour de ? dernière moyenne ou dernière note à-peu-près
A	Ma dernière note c'était 5/20 mais je dois avoir 10,5 de moyenne en maths
S	Moi pour le 1 ^{er} trimestre je me suis bien sortie, deuxième trimestre j'ai complètement délaissé les maths et là je me suis reprise, mais sinon je suis aux alentours de 10 quand même
I	Et la moyenne de la classe ?
A	Entre 7 et 8 je crois
S	8,5 je crois
I	Il y a beaucoup d'écart entre les élèves ?
A	Il ya beaucoup beaucoup d'écart
I	Il y a des très faibles et des très forts ?
S	Non il n'y a pas de très forts. On n'a pas des gens qui ont 18, les meilleures notes c'est 13
I	Mais il y a quand même des très faibles ?
A	Oui oui il y a des très faibles.
I	Il y a des personnes qui ont désisté depuis le début de l'année ?
A	Il y en a 4 ou 5, non attend, il n'y en a que 3, si si il y en a 4 qui ont désisté. Il y en a une c'était en première semaine donc je pense qu'elle n'a pas du tout aimé le concept, la deuxième qui est partie au bout d'un mois mais je pense que c'est parce qu'elle a eu beaucoup de difficultés, un troisième qui est parti pendant les vacances de Noël parce que lui aussi il avait des difficultés partout, et le quatrième je pense que ça lui plaisait pas
S	Oui oui, en plus il avait des problèmes de santé
I	Bon, alors pour le cours de maths, pour votre façon de travailler, vous avez vu les questions que j'ai mis dans le questionnaire, mais il ne faut pas juste penser à ça, si je vous demande de décrire ce qui a le plus changé entre la terminale et maintenant dans votre façon de travailler votre cours, s'il y a des choses qui ont changé, qu'est ce qui a le plus changé, et de quoi est-ce que ça dépend ? des facteurs externes, de l'école, du rythme, je ne sais pas
A	Moi déjà je fais beaucoup plus attention en cours qu'en terminale je lisais, mais en 5 minutes je peux dire que je torchais la leçon comme ça
I	Pourtant vous êtes des scientifiques
A	Oui [rires], alors que cette année les définitions les formules très importantes, je les renote, comment dire 2-3 heures plus tard je la renote comme ça sans regarder, si c'est bon ben ça va, sinon surtout les définitions, les propriétés aussi vu que c'est vraiment très très important pour les DS mais pour comprendre comment faire la chose
S	Moi je sais que je fais des fiches maintenant, je fais des fiches de cours et des fiches avec les exercices qu'on fait en cours, enfin
I	En terminale tu n'en faisais pas ?
S	Non en terminale vraiment je faisais pas, enfin si avant le bac, la semaine avant le bac j'ai fait une fiche pour les maths mais c'est tout. Vraiment je

	n'avais pas de problème particulier en maths donc... mais là oui, je fais vachement plus attention en cours, en terminale le cours il fallait juste savoir faire les exercices, il fallait connaître les formules mais après il fallait pas connaître forcément les détails
I	Il y avait un support en terminale, maintenant vous n'avez pas de livre n'est-ce pas ?
A	Non, moi j'avais pas non plus de livre
I	Ah bon, il n'y avait pas de livre en terminale ?
S	Si moi j'avais un livre d'exercices
I	Tu penses que ça change, le fait d'avoir un livre avec toutes les formules et le cours écrits, et le fait de ne pas en avoir cette année ?
S	Mais non en terminale c'était juste un livre avec des exercices
I	Et là vous n'avez pas un livre officiel ?
S	Non, mais là moi j'ai acheté un livre, un gros livre
I	Oui mais ça c'est conseillé c'est pas un livre de classe
A	Exactement ! C'est vrai qu'en fait notre prof prend la leçon, on sent que ça vient presque d'un livre, que c'est vraiment la même mise en page, les mêmes explications, il y a toujours les exercices types qui ont un rapport avec la propriété juste avant, donc je pense que ça fait un peu une leçon en cours et c'est comme si ça provient de leçon en livre
I	Et donc c'est le même livre dont vous parlez là
A	Oui je crois que c'est le même
S	Le gros là
I	Donc certains l'ont quand même comme référence, ils l'ont acheté, pas tous peut-être mais il existe si vous avez besoin d'un livre
A	Oui, exactement, c'est vrai qu'au niveau des exercices
S	On peut faire d'autres exercices que dans le cours pour voir si on a bien compris
I	Et vous avez les corrigés ?
A	Oui on a les corrigés
I	Et au quotidien, la façon de travailler au quotidien pas juste avant les grands DS ou les concours blancs, ça a changé ou pas, à part le fait de faire plus attention au cours et les petites fiches que vous faites, quand vous travaillez par exemple durant la semaine, d'une séance à l'autre, ça se fait comment ?
A	Moi c'est surtout le weekend, plutôt le dimanche vu qu'on a 2 heures de maths dès le lundi et après ça s'enchaîne, donc c'est surtout le dimanche où je revois ma leçon, je fais peut-être 2-3 exercices où la prof a dit que c'est vraiment des exercices types, je passe 2-3 heures sur les leçons, pour vraiment être bien dessus. Et sinon en semaine à part les exercices que fais la prof je prend pas vraiment le temps de bien bien relire tout ce qu'on a fait la journée même si c'est très conseillé
I	C'est difficile à gérer?
A&S	Oui oui
A	C'est parce qu'il y a les autres colles, il y a plein de travail dans les autres matières et donc je profite vraiment plus du weekend pour revoir la leçon que

	la semaine
S	Oui le weekend c'est sûr, enfin on va forcément faire des maths, mais après il y a les colles, ça nous oblige aussi à travailler ben pendant le weekend, on est obligés forcément d'apprendre le cours, enfin je m'y prends 3 jours avant peut-être pour les colles à apprendre le cours, le premier jour j'écris, le lendemain je relis, et le troisième je vois si je sais bien faire ou pas. Donc ça nous oblige à travailler aussi, mais c'est vrai comme Alexis je ne prends pas forcément le temps de bien relire le cours après chaque cours de maths, alors que c'est une heure en cours une heure chez soi normalement.
I	Donc c'est quand même la structure des choses en prépa, le rythme des cours, les colles, l'emploi du temps, tout ça qui structure votre travail en fait. Le fait d'avoir des journées longues, d'avoir toutes ces colles à la suite
A	Ben par exemple on a pas mal, on a une fois sur deux plus souvent une colle le vendredi de maths, le vendredi après-midi, et le jeudi c'est le jour long où on a 8 heures de cours, on finit on est vraiment, 9 heures si on a une colle le soir, et on ressort on est tellement fatigués comme pas possible on sait qu'on ne va pas pouvoir travailler vraiment bien les colles de maths pour le lendemain.
I	Donc il faut vraiment s'organiser à l'avance
A&S	Oui absolument
I	Et les personnes qui ont des difficultés, vous pensez que c'est des difficultés de maths, ou un problème d'organisation du travail ?
S	Non c'est ... enfin ceux qui ont des difficultés sont ceux qui travaillent le plus, ils travaillent énormément, donc ça doit être des lacunes d'avant ou je ne sais pas. Mais ils ont eu quand même des notes correctes au bac donc je pense qu'ils ne travaillent pas forcément bien. Il y en a une qui apprend vraiment tout tout tout par cœur, donc elle comprend pas, juste elle apprend par cœur, donc quand elle se retrouve en colle avec un truc qui change un peu du cours elle est complètement perdue, donc ça doit être une façon de...
I	C'est intéressant ce que vous avez répondu tous les deux pour la question « le plus important pour réussir en maths lorsque je travaille des exercices » c'est de « repérer les exercices types et de connaître des méthodes et des astuces pour la résolution »
A&S	Oui c'est ça
A	Surtout que dès qu'on tombe sur un exercice type qu'on connaît ça rassure
S	Oui ça rassure
A	Et on se dit qu'il n'y a aucune raison qu'on le rate si on sait le refaire, donc c'est peut-être ça le plus important surtout que dans les DS il y a pas mal d'exercices types même si c'est parfois caché mais ça revient sur des morceaux qu'on connaît quoi
I	Vous faites un recueil de stratégies, de tactiques ?
S	Oui parce que la prof de toute façon dès qu'il y a une astuce qu'il faut qu'on sache elle écrit « astuce »
I	Ah oui astuce
A	Et dès qu'il y a un exercice type elle nous prévient, elle nous dit il faut faire

		attention, ça risque de retomber au DS donc ça va tomber au DS sûrement [rires], voilà
I		Et est-ce qu'il y a des notions qui posent plus de problème que d'autres ? Des notions mathématiques, est-ce que vous avez rencontrées des thèmes des chapitres cette année qui étaient vraiment durs, ou c'est pas par notions,
S		Moi j'ai des difficultés en algèbre
I		Qu'est-ce que vous avez fait comme thèmes jusque là
A		On a fait de l'algèbre donc, on vient de faire les séries, on a fait beaucoup de proba, là je pense c'est notre dernier chapitre de proba qu'on finit demain, on a fait des études de fonctions avec tout ce qui est bijection... oui des dérivées, puis on a fait les polynômes. Moi je pense que c'est les polynômes où j'ai vraiment le plus de problème alors qu'en algèbre je me sens plutôt bien, ce qui est un peu rare pour moi en maths, et oui je pense que c'est surtout les polynômes qui pour moi
I		Pourquoi ? qu'est-ce qui te gêne avec les polynômes ?
A		Je ne sais pas, peut-être la forme, je ne veux pas dire comme ça, j'ai pas vraiment réfléchi pourtant j'ai pas mal travaillé dessus, mais je pense que c'est tout ce qui est manipulation ou astuce justement que je n'arrive pas à mettre vraiment en place ou j'arrive pas à penser vraiment
I		Et c'est un chapitre qui est fini ? Vous avez été testés dessus ?
A&S		Oui au concours blanc
I		C'est déjà fait votre concours blanc
S		Oui c'est fait
I		Et pour toi [Sophie] c'est l'algèbre ?
S		Oui c'est ça, je ne sais pas je ne trouve pas ça assez concret
I		C'est très abstrait ?
S		Oui, enfin je ne reconnais pas
I		Mais il y a beaucoup de choses à retenir aussi, tu as du mal à retenir des théorèmes, des démonstrations ?
S		C'est vrai que pour moi je ne trouve pas ça logique du coup ça ne peut pas rentrer dans ma tête, j'ai vraiment du mal
I		Tu as besoin d'exercices d'application pour que ça passe, pour retenir ?
S		Oui mais après le problème c'est que, parce qu'on en a fait plein des exercices, mais après quand je me retrouve en DS ou autre je suis incapable de reconnaître, même si il y a un mot qui change je suis totalement perturbée, c'est complètement autre chose
A		C'est que dans l'algèbre il faut faire vraiment attention à ce qui est écrit dans l'énoncé
S		Oui il faut faire attention à tout donc oui...
I		Bon c'était quand votre dernier DS ?
A		Je crois que le dernier gros DS c'était le concours blanc.
S		Oui c'est ça
I		C'était il y a 2 semaines ?
A&S		3 semaines
I		Bon. Je vais vous demander d'essayer chacun de vous remettre dans l'état

	d'esprit de la préparation de ce concours blanc. 1-2 semaines. pour les maths oubliez les autres matières un peu, essayez, réfléchissez un peu à quand vous avez commencé vos révisions et comment. Et vous allez me décrire avec autant de détails que possible comment vous avez préparé votre concours blanc de maths. Prenez quelques minutes peut-être pour réfléchir. Au fait, même si votre planning n'est pas très organisé c'est pas grave [A&S rires] mais vous allez essayer de me dire vraiment quant est-ce que vous avez préparé pour ce concours blanc.
A	Je crois que me je m'y suis mis 2 semaines à l'avance mais c'était vraiment juste pour relire le cours quoi, pour ... le weekend je relisais le cours, je ne refaisais pas forcément les exercices, mais je regardais les exercices du cours pour voir comment, justement quelles étaient les astuces qui sont présentes dans le cours que la prof nous fait noter, et
I	C'était tout le cours depuis le début de l'année ? Vous avez fait ça ?
A	Oui tout le cours, j'ai essayé de refaire des polynômes la semaine juste avant le concours vu que je sentais qu'il allait y en avoir et je vais pas dire que c'était pas très... je pense que c'était un petit échec quand même vu que j'ai pas du tout réussi à être, comment dire, en harmonie avec moi-même vis-à-vis de ça, et je savais très bien que si ça tombais ben je vais être totalement ailleurs
I	Bon donc tu as révisé le cours en regardant les exercices corrigés en classe, juste en lisant pour l'instant?
A	Non j'ai noté aussi les formules vraiment importantes, par exemple pour une suite géométrique, arithmético-géométrique quelle est la formule à faire
I	D'accord. Donc c'était en parallèle, je lis le cours je fais une fiche ?
A	Oui
I	Bon ensuite, les exercices, tu as retravaillé des exercices ou pas ?
A	Juste pour les polynômes et l'algèbre aussi
I	Parce que c'était ce qui te posait le plus problème, c'est ça ? ou c'était le plus nouveau des chapitres
A	Les polynômes oui, mais l'algèbre je pariais presque là-dessus, je sentais que la prof allait presque nous faire un tiers polynôme et un tiers fonctions
I	Bon alors c'était du bachotage
A	Je l'avoue tout à fait [rire]
I	Non mais c'est une stratégie quand même, le bachotage fait partie des stratégies. Et tu travailles à quel rythme, juste les weekends ? parce que vous étiez en même temps, il n'y avait pas de période de révision
A	Oui surtout qu'on avait les colles en plus
I	Si tu considères juste les maths, tu étais à quel rythme de travail ? combien d'heures de travail, tous les combien ?
A	Je pense que je faisais, je m'efforçais à faire 30min-1heure tous les soirs la semaine juste avant et le weekend j'ai dû passer 2 heures je pense deux heures et demi à relire ce que j'ai déjà noté.
I	Et tu as travaillé avec quelqu'un ? Tu as eu des discussions avec quelqu'un ?
A	Non tout seul

I	Complètement tout seul ?
A	Oui je suis un peu un ermite [rire]
I	Non c'est aussi une stratégie. Et toi Sophie ?
S	Eh bien je n'ai pas vraiment travaillé le concours blanc, j'ai dû m'y mettre une semaine avant en maths parce que les maths je savais que ça n'allait pas être vraiment vraiment catastrophique contrairement à d'autres matières où il fallait vraiment que je m'y mette, donc voilà. J'ai du travailler énormément le weekend, je pense que j'ai fait 6 heures peut-être de maths à relire tout, à faire des fiches, etc. Mais j'ai même pas refais les exercices
I	Relire tout ça veut dire le cours ou les exercices corrigés ?
S	J'ai relu le cours. En fait j'ai relu dans mon gros livre le cours, après je lisais vite-fait comme ça quelques petits exercices, je me disais ça va je sais faire, je regardais vit-fait la correction
I	Et tu lisais à la chaîne les chapitres ? ou tu lis le premier chapitre avec ses exercices et tu fais sa petite fiche, deuxième chapitre pareil... ?
S	Non je fais chapitre par chapitre. Mais là je sais que pour le prochain concours blanc il va falloir faire autre chose.
I	C'est comme ça que vous préparez d'habitude vos DS en maths ? ou ça c'était exceptionnel ?
A	Moi je pense que c'était exceptionnel vu qu'on n'avait pas vraiment tellement le temps de se consacrer qu'aux maths vu qu'il y avait 5 autres matières en parallèle,
I	Est-ce que c'est aussi le contenu ? Il y avait plusieurs thèmes
A	Oui largement
S	Oui du coup moi je sais je me suis aussi attardée sur ce qu'on avait fait en tout début d'année en me disant ça va tomber, mais en fait non
A	C'était tombé sur les trois derniers chapitres
I	Mais donc d'habitude pour un DS normal comment est-ce que vous faites ? quand il y a juste les maths un samedi. Donc les maths, qu'est-ce qu'on fait pour les maths ?
S	Moi je travaille un petit peu tous les soirs
I	La semaine d'avant ?
S	Oui la semaine d'avant, et le weekend d'avant, enfin le dimanche,
I	Et c'est pareil tu lis le cours et tu lis les exercices ? tu refais
S	Oui mais là il y a les exercices, j'essaye de les refaire, parce que vu qu'on peut plus se concentrer sur juste sur le DS on a plus de temps et c'est mieux
A	Moi c'est à peu près la même chose, même si je profite plus du fait qu'on ait un vendredi après-midi assez libre quand même pour vraiment travailler dessus
I	Mais c'est le dernier vendredi c'est ça ? c'est la veille ?
A	Oui oui vendredi la veille pour vraiment finir peut-être les notions les plus dures, pour que ça reste plus facilement dans la tête. Mais sinon la semaine d'avant et surtout le dimanche j'ai travaillé, et même la semaine d'avant j'ai, on a une colle de maths sur deux, enfin une semaine sur deux, donc il y a de toute façon des notions qui vont rester qu'on aura déjà travaillées.

I	Et donc à part les colles que vous préparez obligatoirement toutes les 2 semaines, les exercices que la prof vous donne vous les faites systématiquement ?
A&S	Oui oui oui
S	Oui mais elle n'en donne pas souvent souvent. Des exercices à faire à la maison, elle nous envoie des fiches de cours, enfin des fiches d'exercices comme ça pour s'entraîner, mais ça je pense que j'ai dû les faire, j'ai dû regarder une ou deux fois, enfin je regarde mais je les fais pas forcément
I	Mais elle les corrige en classe donc
S	Les exercices qu'elle nous envoie par mail, non non
A	Non non il y a déjà le corrigé. Les exercices en classe par contre elle nous en donne à peu près trois par semaine en moyenne
I	Et vous les travaillez ?
S	Non 2-3 toutes les 2 semaines
A	Oui
I	Et vous les faites pendant le cours c'est ça ?
A	Non non on les fait chez nous, par contre on les corrige, ben on envoie un élève au tableau qui fait un exo. Et les exos en cours par contre ça nous arrive même si c'est assez rare, ça nous arrive et là elle prend le temps de voir à peu près à quel niveau sont les personnes, ceux qui sont déjà largués, ceux qui sont très à l'aise, et elle s'efforce un peu d'aider ceux qui sont, qui ont des difficultés
I	Et vous avez des séances exercices ?
S	Oui des TD on a 3 heures par semaine
A	Aujourd'hui on vient d'avoir 2 heures de TD donc 2 heures d'exos en demi-groupe, et le vendredi on a une heure l'après-midi. Puis sinon en classe je crois que c'est surtout le jeudi matin où c'est possible qu'on ait des exos qu'elle va faire un exo sur la leçon en classe entière et après on le corrige.
I	En classe tout de suite après, elle vous donne quelques minutes pour travailler
A&S	Oui
I	Bon donc en termes de ressources, vous avez ce livre que certains ont acheté, vous avez les polys qu'elle vous envoie, elle donne des polys à trous ou des polys complets ?
A	Non non c'est des polys complets. Aujourd'hui on a fait un exo, c'était une annale de bac D'ECRICOM pour la voie technologique je crois en deuxième année,
I	Et il y avait un poly complet ?
A	Oui oui c'était vraiment l'exo complet. Elle nous donne des feuilles d'exos, 3-4 feuilles d'exos sur le même chapitre avec des degrés de difficulté
I	Et vous consultez des trucs sur internet ou pas vraiment ? des annales, des forums avec d'autres lycées
A&S	Non
I	Ça vous suffit ! vous avez à peine le temps de finir ce qu'elle vous donne ?
A	Voilà [rire]. C'est qu'en plus les problèmes de colles qu'elle nous donne sont

	très complets et les démonstrations qu'elle nous donne aussi sont très très, elles sont pas mal longues à apprendre et à comprendre, et sinon même quand elle nous donne les exos par courriel ça prend quand même pas mal de temps, ce sont des exos la plupart du temps plus durs que ceux vraiment qu'elle nous donne en cours
I	Mais donc vous communiquez beaucoup par mail avec elle
A	Oui oui
I	Est-ce que c'est le cas pour tout le monde dans la classe ? Tout le monde a pris l'habitude de consulter les choses qu'elle envoie ?
A	Je pense oui oui, surtout quand on va aux colles [rires] là direct on sait que... et puis même quand elle dit entraînement, feuille d'entraînement pour polynômes ou un truc comme ça on consulte
I	D'accord. Bon on est donc, on va dire en milieu d'année, il reste encore quelques mois. Vous allez changer des choses d'ici la fin de l'année ? Parce que d'habitude ce que les élèves disent c'est en début de deuxième année où ils sentent vraiment qu'il y a eu des changements, il y a eu une transformation pas radicale, mais dans leur façon de travailler. Mais donc là vous êtes contents avec comment vous travaillez ? vous allez changer des choses ? vous voulez changer mais vous n'êtes pas sûrs de pouvoir le faire ?
S	Moi c'est le concours blanc, depuis le concours blanc oui je sais que je l'ai raté donc là je me suis mise vraiment
I	Tu l'as raté pourquoi ?
S	Ah parce que je ne l'ai pas assez préparé c'est sûr. Et donc j'ai pas travaillé assez régulièrement avant donc là depuis le concours blanc je m'y suis mise, et c'est bon il y a déjà les résultats qui suivent
I	Donc tu travailles plus régulièrement d'une semaine à l'autre, c'est surtout ça ?
S	Oui
I	Et les weekends ?
S	Oui les weekends je m'avance pour les DM qu'on a à faire pendant la semaine, que je ne sois pas prise par le temps au dernier moment me dire ohlala j'ai un DM pour demain. Comme ça après j'ai plus de temps libre ben je sais pas pouvoir apprendre le cours ou reprendre des cours ...
A	Et moi ben le concours blanc pour moi c'était vraiment une chance vu que j'ai un peu réussi et je pense que justement la partie algèbre c'est là où je me sens le plus à l'aise parce que j'ai fait, j'ai suivi le conseil de la prof qui était il faut travailler une heure de maths en cours et une heure chez soi, et c'est ce que j'ai fait, et ça a très bien marché
I	Tu fais quand même une heure le weekend
A	Oui oui même le soir enfin relire ou refaire, marquer les formules ça m'aide, mais c'est vrai que je voudrais bien faire ça tout le temps mais le problème c'est qu'on n'a pas forcément vraiment le temps, on est pas mal occupés par d'autres matières, donc je m'efforce quand même de le faire, mais c'est vrai que les résultats ne suivent pas vraiment toujours la quantité de travail qu'on a pensé faire.

I	Et vous pensez que les autres travaillent en groupes ou c'est pareil dans la classe ?
A	Je pense que ça doit être pareil
S	Oui c'est pareil
I	Et dans les autres matières ? Est-ce qu'il y a des matières où ça peut être moins perte de temps et plus utile le travail de groupe, ou c'est toujours le fait de se retrouver à plusieurs ?
S	En histoire je pense que c'est mieux de travailler en groupe
A	En histoire
I	Pourquoi en histoire et pas en maths ? pourquoi vous ne perdez pas de temps à être à 2 ou 4 et en maths si ?
A&S	[rires]
A	En histoire j'avoue c'est plus facile de se poser des questions sur des connaissances et de mieux analyser un sujet, donc si on tombe sur un sujet sur la guerre froide on sait tout de suite à peu près comment, par quel biais aller, on peu demander à un camarade pour savoir si c'est bien ou pas
I	Et ce n'est pas le cas en maths ?
A	C'est un peu plus dur, c'est moins évident et je pense que c'est plus dans la façon de faire, dans la manière de faire l'exo vraiment qu'on sera plus aidés que sur les notions
I	Et vous trouvez que vous donnez beaucoup d'importance à la façon de rédiger ?
S	Oui
I	Ça veut dire qu'il ne suffit pas de connaître les théorèmes, les propriétés, ni de savoir les appliquer mais il faut vraiment savoir rédiger les démonstrations, les textes
S	Moi je suis, je fais vachement attention à la rédaction et elle me met tout le temps très bonne rédactions
A	Moi je suis un peu moins attentif à part pour l'algèbre parce que je sais que c'est vraiment très très important, mais sinon non je m'efforce de la faire même si je pars pas sur ce qu'elle veut au maximum, mais c'est vrai que je m'efforce quand même de faire attention à ma rédaction, à comment je présente les arguments, et ma conclusion surtout.
I	Bon, dernière chose : si je vous demande de faire une liste de conseils à ceux qui vont commencer en septembre
S	Qu'ils s'y mettent dès le début [rire], qu'ils ne prennent pas de retard parce que on nous a prévenus nous aussi mais apparemment ça sert à rien, enfin il faut le répéter répéter répéter, faut pas prendre de retard parce que ce qu'on a fait en début d'année ça peut surgir comme ça
I	Il faut pas traîner 3 semaines avant de s'y mettre
A	Voilà ! s'ils peuvent peut-être pas faire une heure de cours de maths une heure chez soi, mais je sais pas qu'on a deux ou trois heures de maths une heure chez soi pour vraiment être à l'aise, et puis aussi qu'il faut pas, dès les premiers mois, les premiers mois sont les plus durs, revenir de vacances et se dire la prépa c'est quand même un autre truc que la terminale, pas baisser les

		bras, mais quand même persévérer justement dans le travail
	I	Et c'est ça vous avez, je pense que tous les deux vous avez parlé [dans les mails] de se remonter le moral ou de s'aider, c'est vraiment essentiel ?
	S	Oui parce qu'il y a forcément des petites baisses de moral, des moments de fatigue tout ça où on se dit mais en fait pourquoi je fais ça je pourrai être ailleurs
	A	Surtout avant les vacances [rires]
	I	Bon autre commentaire ? sans questions, je ne sais pas quelque chose que vous pensez pourrait être utile pour mon travail ? parce que des fois il y a des choses dont je ne me rends pas compte mais
	A	Moi je dirai dans notre cas vu qu'on nous donne les polys déjà tout faits pour la leçon il ne faut pas avoir peur des formules du début même si , comment dire, on appréhende on se dit oulalala je vais jamais faire ça... ça doit faire à peu près depuis qu'on est au collège depuis toujours dès qu'on voit une nouveauté on a peur surtout en maths, alors qu'il ne faut pas, il faut justement peut-être garder la tête froide pour mieux comprendre et justement mieux utiliser la notion
	S	Puis il faut bien suivre les conseils des profs vraiment, parce que c'est super utile et dès qu'on les suit on sent que ça va mieux. On peut se dire des fois mais non c'est bon c'est inutile mais les profs arrivent vachement bien à nous cerner donc
	I	Et vous en avez déjà parlé avec ceux de deuxième année ou non ? est-ce qu'il y a des communications, vous demandez des conseils, des contrôles des années précédentes ?
	A	Oui oui
	S	Si on demande comment c'était pour vous, l'année dernière,
	I	Donc en fait c'est utile de communiquer ?
	A	Enfin oui mais peut-être pas tellement en maths. Je pense que dans les autres matières justement l'histoire ou la philo ça nous aide vu qu'ils ont des notions et puis ils les ont retravaillées, mais les maths c'est vrai qu'ils sont passés par là, ils nous font comprendre, ils nous disent que de toute façon il faut pas justement avoir peur, ils sont, c'est un peu, ils nous remontent le moral voilà
	I	Mais vous ne bossez pas ensemble. C'est pas qu'ils vous expliquent ou
	A	Ben en DS quand il y a un première année un deuxième année et qu'on voit leur sujet de DS de maths [rire] on n'a pas envie trop de les déranger [rires]
	I	Bien. Merci et bon courage

Entretien Mélanie (lycée D)

Dans ce qui suit : I= Intervieweur, M=Mélanie.

1	I	Bon donc ce qui m'intéresse le plus c'est le travail de groupe, j'en ai parlé dans mon premier mail, et là je te repose la question parce que peut-être il y a eu des
---	---	---

		changements, parce que le mail c'était en janvier, au début début de l'année c'était en septembre, je pense qu'il n'y avait pas vraiment encore des habitudes de prépa, est-ce que tu sens que ça change ?
2	M	Pour le travail de groupe, il y a un peu de travail de groupe dans les DM, et des fois dans les devoirs à rendre, mais rarement dans les colles, en tout cas pas dans mon groupe. Après voilà ça n'a pas trop changé je trouve depuis le début de l'année
3	I	Et pour les DS, les cours normaux, est-ce que vous vous mettez en groupe à travailler ou...
4	M	Non pas pour les DS, après pour les cours, ben des fois on rattrape sur les autres, mais ça ne va pas plus loin, si on n'a pas compris à la limite un petit sms pour savoir mais...
5	I	Vous n'avez pas de séances formelles où vous travaillez à 2-3 ou
6	M	Non non
7	I	Et pour les DM c'est
8	M	Les DM ça arrive des fois le lundi soir de nous retrouver un petit peu pour faire le DM ensemble
9	I	C'est après les cours, c'est ça ?
10	M	C'est après les cours oui, on reste dans la salle de cours et donc on fait ça
11	I	D'accord. Et pour les colles pas du tout?
12	M	Ben non, pas dans mon groupe, enfin je ne sais pas trop dans les autres groupes, mais dans le mien c'est sûr que non, dans les colles on ne s'aide pas trop, on va faire un peu chacun de côté un truc, et genre un jour avant la colle ou quelques heures avant la colle on s'échange on se dit ouais moi j'ai fait ça est-ce que tu penses que c'est bien, mais après on dit oui non, des fois ça me permet d'ajouter quelques éléments mais sinon c'est pas vraiment ce qu'on peut appeler le travail de groupe.
	I	Vous faites quand même une mise en commun, peut-être une demi-heure avant la colle, c'est ça ?
	M	Ouais, c'est vraiment quelques jours après, enfin quelques, la veille de la colle ou même 2 heures avant la colle quoi.
	I	D'accord. Et en Terminale, le travail de groupe, il y en avait plus, il y en avait moins?
	M	Euh avec moi, enfin chez moi il y en avait beaucoup plus, on travaillait vraiment tous les DM on les faisait en groupe, tous les exercices de maths on les faisait en groupe
	I	C'était au lycée, après les cours, ailleurs... ?
	M	C'était en perm [permanence], quand on avait quelques heures de perm on allait au CDI et on travaillait en groupe ou on travaillait en paire
	I	Et à ton avis pourquoi vous ne travaillez pas en groupe cette année? Est-ce que c'est...
	M	Ben je sais pas, il y a une fille dans mon groupe qui est hyper compétitrice, ouais pour elle c'est genre enfin chacun pour soi, mais, oui enfin...
	I	Mais dans la classe globalement pourquoi ? tu penses qu'il n'y en a pas ?
	M	Ben oui

I	Est-ce que vous habitez loin des autres ?
M	Oui il y a ça aussi, j'y avais pas pensé c'est vrai. Il y a la distance ce qui est un peu chiant parce que moi déjà j'habite un peu loin, j'habite à une demi-heure trois-quarts d'heure facile de D et du coup ben ça fait un peu loin et donc pour travailler en groupe je veux pas travailler trop tard le soir il faut que ce soit direct après les cours et avec les colles du coup on n'aura pas toujours les mêmes groupes, on ne s'entend pas forcément avec tout le monde, il y en a qui sont hyper compétiteurs, qui travaillent que tous seuls, il y en a beaucoup qui travaillent aussi chez eux du coup ils ne travaillent pas en groupes
I	Et tu penses que ça aiderait si vous travaillez en groupe ou tu t'en sors plutôt bien comme ça ?
M	Ça va. L'an dernier ça m'a beaucoup aidé de travailler en groupe parce que dès qu'on ne comprenait pas un truc ben hop on demande au voisin. Et puis même des fois en fait quand on expliquait aux gens j'ai remarqué mais on comprenait mieux en fait
I	Quand tu reformules des choses?
M	Voilà quand on reformule du coup on comprend super bien un truc qu'on avait moyennement bien compris. Donc ouais non je pense que travailler en groupe c'était vraiment bien mais c'est pas ...
I	Ça ne se fait pas ?
M	Non enfin j'ai pas l'impression que ça se fait souvent. Après je ne sais pas trop comment c'est dans les autres prépas
I	Tu as des copains/copines dans d'autres prépas qui travaillent ensemble ?
M	Oui c'est ça mais enfin je ne sais pas je leur demande jamais, on parle jamais de ça. Donc... Non je pense qu'il n'y en a plutôt pas, enfin je pense que c'est les mêmes problèmes partout. Après je ne sais pas.
I	D'accord. Donc principalement c'est la compétitivité à ton avis, et que donc ça c'est dans ton groupe de colle et en classe en général. Parce que j'avais demandé concernant la notion de solidarité, tu sens qu'il y a une compétition en classe globalement ou
M	Non non on ne sent pas la compétition dans la classe, mais c'est un peu les profs qui nous la mettent, enfin, en donnant les notes en classant les copies etc... c'est un peu ce truc là
I	Mais il y a quand même une solidarité entre vous ?
M	Ben ça nous arrive des fois dans les DS où c'est du par-cœur de trucs comme ça de nous échanger les réponses ou nous assurer des réponses, euhh, mais non on ne sent pas trop la compétitivité mais ouais non c'est enfin voilà
I	OK. Et je n'ai pas demandé mais en maths en termes de niveau tu t'estime comment pour l'instant ? parce que j'ai regardé les questionnaires mais bon ça c'était ancien, donc ta moyenne
M	Oui 7-8
I	D'accord, et l'année dernière ?
M	L'année dernière j'avais eu 12 de moyenne je crois un truc comme l'année ça et j'ai eu 16 au bac. Ma prof m'avait sous-notée toute l'année parce qu'au début j'avais mal commencé du coup ben cette année c'est en dessous

I	Et bon c'est normal d'avoir ce décalage entre terminale et prépa
M	Oui je pense que ça c'est normal
I	Mais donc tu sens que tu t'investis autant qu'il le faut ou tu laisses les maths ou ?
M	Non non les maths je crois que c'est ce que je travaille le plus parce que ben les contrôles, enfin c'est quand même le plus simple à travailler, parce que euhh c'est les maths c'est la logique et tout ça... et non c'est vraiment de connaître les formules par cœur, il n'y a pas tant de choses que ça, je trouve que c'est plus simple à travailler, tandis que l'anglais il faut assimiler, enfin les langues il faut assimiler la grammaire et tout ça, il faut faire des phrases, l'histoire c'est du par cœur mais il faut aussi savoir rétablir les trucs,
I	Et donc pour toi c'est simple parce qu'il y a des formules qu'il faut savoir appliquer et
M	C'est plus simple à réviser mais aussi plus dur à passer parce forcément c'est jamais les mêmes exercices et il faut quand même la manière de faire donc du coup c'est pour ça que mes notes sont quand même moyennes par rapport à l'année dernière c'est que j'arrive pas forcément à remettre ce que j'ai appris dans le cours, enfin à le transformer pour que ça colle à l'exercice
I	Tu as du mal à dégager les stratégies, les astuces...
M	Oui, quand par exemple il faut montrer que le truc a une autre fonction je ne sais pas quoi ça j'arrive moins bien à faire qu'en Terminale
I	D'accord. Est-ce qu'il y a des chapitres qui t'embêtent plus que d'autres ? des thèmes ?
M	Euhh
I	Qu'est-ce que vous avez fait jusqu'à maintenant comme thèmes ?
M	Alors on a fait les suites, les proba, les espaces vectoriels on vient de les finir, et là on est entrain de faire les fonctions réelles et tout ça
I	Vous avez fait votre concours blanc ou pas encore ?
M	On en a fait un déjà, et on en a un après les vacances
I	D'accord. Et donc parmi ces thèmes lequel t'a le plus gêné, où tu as eu le plus de difficultés
M	Au départ c'était les proba parce qu'en fait j'étais absente pendant un certain temps parce que j'étais malade et je faisais des crises d'angoisse et tout, et donc il me manquait plein de chapitres et j'avais beau les récupérer c'était pas facile d'assimiler les notions quand on récupère des cours, donc les proba, les suites aussi
I	Tu as pensé à travailler avec quelqu'un quand tu étais absente et que tu avais besoin de rattraper des choses ? ou c'était pas
M	Non non enfin j'ai essayé, c'était plus pour les exercices, quand on relit les exercices c'était pas facile donc j'essayais de demander mais après ça se voyait des fois que j'énervais les gens donc j'arrêtais quoi
I	Ah bon ? C'est intéressant ça, donc c'est pas facile d'avoir
M	Ben justement il y a une fille dans on groupe qui est hyper compétitrice et ça l'énerve quand je demande de l'aide par exemple, donc quand je demande de l'aide etc ça la gêne ça. Je l'ai appris il y a pas très longtemps que ça la gêne

	énormément et apparemment je la faisais chier, voilà
I	Donc tu faisais exprès à l'époque mais maintenant
M	Apparemment. Donc elle ça a l'air de la gêner le travail de groupe, sauf que les filles de mon groupe elles bénéficient de cours de maths avec des professeurs
I	Des cours particuliers ?
M	Ouais, c'est pour cela que je leur demande de l'aide parfois en maths pour les DM surtout, mais il y en a une qui m'aide un peu et l'autre pas du tout
I	Et les autres personnes de la classe ? parce que tu parles surtout de ton groupe de colle, mais les autres personnes de la classe tu ne penses pas que
M	Ben en fait
I	Tu n'as pas de copains copines
M	Si mais en maths ils sont pas forcément, enfin il y en a un qui est fort mais qui n'arrive pas à m'expliquer parce que je ne comprenais rien de ce qu'il me disait et les autres ils sont moins bons en maths. À part l'anglais j'arrive pas, enfin je peux pas, c'est juste pas possible
I	Bon, revenons aux colles, j'avais signalé ça aussi dans un de mes mails que les élèves de l'année dernière qui ont complété le questionnaire, parce que tu sais j'en ai fait un en début d'année et je vais en refaire un en fin d'année pour comparer, et donc ceux de l'année dernière en fin d'année il y avait un item sur les colles, et ils ont dit qu'ils voyaient un aspect cours particulier aux colles. Tu le sens ? est-ce que ça dépend des colleurs ? Est-ce que ça dépend du thème ?
M	Je pense que ça ne dépend pas du tout des colleurs, tous les colleurs en fait font des sortes de mini cours particuliers, je l'ai dit dans mon mail c'est vraiment comme ça, c'est en philo en histoire ils reprennent le sujet et presque ils nous refont le sujet ou alors ils complètent ce qu'on a oublié, vous auriez pu parler de ça, vous auriez du présenter ça, enfin ils nous corrigent les défauts
I	Et en maths, parce que en maths c'est un peu différent
M	Alors en maths des fois donc ils nous posent des questions de cours, mais pendant qu'on est entrain de faire un exercice genre ils nous disent oui faites ça, ça va vous aider, donc on le fait, ils nous dirigent un peu, et quand on a oublié quelque chose ils nous le rappellent, et à la fin du cours souvent les aspects sur lesquels on a bloqué ils refont une petite démonstration au tableau et tout donc
I	D'accord. Et il n'y a pas le stress des colles
M	Ben si forcément si. S'ils les mettent, s'ils les comptent pas dans la moyenne,
I	ça ne change rien même si les profs sont là, ils font ce mini cours particulier ?
M	Non c'est le fait que ce soit noté qui nous stress en fait, enfin je ne sais pas. Après pour moi c'est déjà que j'aime pas rater les choses du coup ça me fatigue toujours et c'est beaucoup de stress, après les autres je ne sais pas
I	Et comment c'est de se retrouver avec ses deux camarades de colles, d'être au tableau avec chacune qui travaille de son côté... qu'est-ce que ça te fais ?
M	Ben ça ne me dérange pas plus que ça, enfin quoique il y a des fois quand on fait une erreur vraiment stupide on a un petit peu la honte voilà, mais ça va, parce que des fois ça peut être agréable si on est à côté, le prof il se met sur la troisième personne donc on demande à l'autre
I	Vous vous aidez un peu ?

M	Oui voilà mais vraiment sur des petits trucs genre oui non, mais c'est vrai que ben j'arrête pas de revenir sur la fille qui est dans mon groupe de colle qui est hyper compétitrice mais voilà c'est que par exemple j'ai eu une colle mercredi en maths et j'avais fais une erreur sur l'exponentiel sur un moins l'infini enfin dans les limites et j'avais oublié ça tendait vers quoi, ça tendais vers zéro sauf que je ne m'en rappelais plus. Du coup je cherchais j'étais un peu, en plus on doute quand on est au tableau, on dit mince j'espère que je ne vais pas dire une bêtise et tout et bon elle m'a dit des choses blessantes qui m'ont pas plus
I	Dans la colle ou après la colle ?
M	Juste après la colle sur ce que j'avais fait en colle
I	Pour dire que c'était faux, que c'était une bêtise ?
M	Oui que c'était une bêtise et qu'elle m'aurait mis 8 si elle était le colleur. Donc pour ça il y a un aspect que voilà. Après je ne sais pas si c'est spécifique à elle ou pas mais ça peut blesser
I	Et la deuxième fille du groupe?
M	Euh non ça va elle est gentille mais elle avait eu une moins bonne note mais elle était vraiment chaos elle fait des insomnies et tout, et elle arrive à rien intégrer, elle avait eu 7, et donc justement l'autre fille dont je parle elle aurait voulu que donc la troisième fille aie un meilleure note, elle disait que moi franchement je lui mettrai pas cette note, ça fait plusieurs fois qu'elle me dit ça et pas qu'en maths
I	Donc vous êtes dans les mêmes groups de colles partout?
M	Oui
I	Et vous êtes répartis comment ? Vous savez comment on vous réparti en début d'année ?
M	Alors le prof nous avez demandé essayez de vous regrouper comme vous voulez par affinité ou pas, ça serait mieux aussi que vous fassiez une même langue ensemble
I	D'accord, donc c'est vous qui aviez choisi vos groupes
M	Ouais nous on avait choisi parce qu'en début d'année on s'entendait très très bien toutes les trois et donc on a décidé tout de suite de se mettre ensemble
I	Je vois. Alors si je te demande comme ça globalement qu'est-ce qui a changé le plus entre ta façon de travailler en terminale pour les maths bien sûr et maintenant ? Qu'est ce qui a évolué le plus cette année ? On est déjà au milieu de l'année
M	Alors, dans la méthode pour réviser c'est la même façon, enfin il faut vraiment connaître par cœur toutes les formules, et faire des exercices, le seul truc c'est qu'on a plus de matière on va dire, enfin il y a plus de choses à intégrer en moins de temps. Par exemple pour le concours blanc on a vraiment tout depuis le début de l'année, on va avoir une dizaine de chapitres, et il se peut aussi qu'il mélange un peu des notions alors qu'en terminale c'est un chapitre une notion, on a avait un exercice sur ce chapitre et ça mélangeait pas les chapitres
I	Mais vous aviez le bac quand même à la fin de l'année qui est cumulatif
M	Oui oui mais je trouve quand même que ça faisait, enfin qu'il y avait moins de trucs quand même à assimiler, et évidemment les choses sont un peu plus

	compliquées qu'en terminale donc ça c'est évident, ça va plus loin qu'en terminale
I	Bon. Quand est-ce que tu avais le dernier DS, dernière épreuve, tu t'en souviens ? la dernière épreuve de maths
M	C'était il y a.... deux ou trois semaines je ne sais plus
I	Bon donc il n'y a pas très très longtemps. Est-ce que tu peux essayer de revenir dans l'esprit à la semaine ou deux semaines avant cette épreuve, donc je te demande de repenser et réfléchir à comment est-ce que tu as préparé cette épreuve, même les petits détails : quand as-tu commencé, qu'est-ce que tu as fait, comment tu as revu, qu'est-ce que tu as revu ?
M	En fait je revois quand j'ai le temps, c'est peut-être le mercredi après-midi ou soir quand je travaille. Déjà on avait pas mal de colles la semaine où il y avait le DS, il devait y avoir, enfin on avait cinq grands contrôles la semaine, et on avait eu aussi une colle de maths la semaine d'avant, on avait intégré un chapitre qu'on devait passer avec le concours et tout. Donc ben là j'avais bien assimilé les notions
I	Ça veut dire quoi « bien assimilé les notions », pendant le cours ?
M	Oui c'est ça. Ben je connaissais les formules, enfin après une semaine plus tard j'avais un petit peu oublié j'avais relu quand même rapidement, mais bon voilà. Et après j'ai fait quelques exercices, parce que les exercices qu'on a dans le cours c'est pas des exercices type-concours ou type DS, du coup c'est très très différent de ce qu'on fait réellement dans les DS,
I	Et on vous donne quand même des exercices types
M	Ben je pense ouais, parce qu'on a la même chose pendant les concours blancs. Le truc c'est que j'essaye aussi de reprendre mes anciens DS et les travailler, en faisant les exercices, mais le truc c'est que bah sur les DS d'avant il n'y avait pas tout ce qu'on a fait, il n'y avait pas énormément de proba et les exercices étaient totalement différents parce qu'on avait eu un exercice de proba dans le dernier et dans celui-là on avait eu que de la proba quoi.
I	Et donc tu as une routine pour travailler tous les DS ou ça dépend ?
M	Non ça dépend parce qu'on a tellement de colles et tellement de travail que ben en fait on fait ce qu'on peut dès qu'on peut
I	Et tu as une routine pour ton quotidien ? quand est-ce que tu fais passer les maths, le weekend, les soirs ? comment tu prévois, tu fais les exercices qu'on vous demande de faire ?
M	Ils nous demandent de travailler à la maison donc en fait
I	Est-ce que vous avez des exercices à préparer ?
M	Juste des DM
I	Et les DM c'est toutes les deux semaines, c'est ça ?
M	Oui
I	Et tu les fais régulièrement ?
M	Je les fais avec les gens de ma classe et tout, mais je ne me casse pas trop la tête à faire les DM parce qu'ils ne sont pas notés et j'ai pas envie d'y passer trop longtemps, donc je les fais
I	Et tu penses que c'est utile pour les DS ? Ça ressemble ?

M	Ben non j'ai pas l'impression parce que je trouve que c'est plus des démonstrations qu'on a vu en cours, enfin c'est plus sur ça qu'il faut redémontrer, d'une autre manière, mais ça rejoint un petit peu ça. Donc en fait non je les revoie pas trop pour les DS les DM et donc voilà
I	Donc c'est surtout ton cours ? quand tu prépares, tu prépares surtout le cours?
M	Le cours, et je fais des exercices
I	Tu fais des fiches, des résumés avec les formules et tout ça ou pas vraiment ?
M	Au début de l'année j'ai commencé à faire ça et puis finalement j'ai arrêté de le faire parce que ça me prenait trop de temps en fait et j'avais pas le temps, et j'avais accumulé beaucoup de retard dans mes fiches du coup j'ai abandonné. En fait je relis juste les définitions et les propositions, et je les surligne d'une certaine manière pour bien les distinguer dans le cours comme ça pour moi c'est clair, et puis les formules importantes, et je les fais en relisant le cours en fait, je les fais pas en classe comme ça c'est plus simple
I	Et en relisant le cours, c'est-à-dire au quotidien ou avant un DS ? Tu relis le cours avant de faire les DM ou non ?
M	Non pas avant, enfin pendant les DM je relis pour les démonstrations et tout
I	Donc c'est en révisant pour un DS
M	C'est ça en révisant pour un DS ou une colle
I	D'accord. Tu fais au rythme toutes les deux semaines tu as des relectures de cours à faire
M	Oui
I	Comme il y a des colles de toute façon
M	Oui il y a des colles toutes les deux semaines et des DM toutes les deux semaines et je travaille plus là-dessus, et puis après c'est vraiment en permanence on est entrain de relire les cours
I	Bon alors comme ressources vous avez tout ce qu'on vous donne, on vous donne des cours à trous ou des polys complets du cours
M	On écrit tout
I	Vous écrivez tout. Le prof ne vous donne pas de polys de cours ?
M	Il nous donne un polycopié avec des exercices, ça lui arrive des fois d'avoir un chapitre où il nous donne une feuille, enfin un petit problème etc. c'est hyper rare on n'en a eu qu'un ou deux depuis le début de l'année sur des chapitres assez simples,
I	Et le reste est rédigé en classe?
M	C'est rédigé en classe en permanence, avec des démonstrations des fois de quatre pages, on a pas forcément le courage de les relire, et ça on sait aussi que c'est en EC2 il fait la même chose leur prof
I	D'accord donc il n'y a pas de poly de cours prêt. Et qu'est-ce que vous avez comme autre ressource ? est-ce que vous avez un livre, une référence ? Ou est-ce que
M	Il nous a indiqué un livre, en début d'année, on lui a demandé s'il y avait un livre pour faire des exercices et tout, il nous a donné un livre mais je l'ai pas acheté parce que c'était un peu cher et bon
I	C'est un annale ou c'est un livre de cours

M	Je ne sais plus c'est gros bouquin rouge avec voilà
I	Est-ce que tu as des camarades qui l'utilisent?
M	Oui oui j'en ai deux ou trois qui l'utilisent
I	Et c'est utile tu penses?
M	Ben je ne sais pas, parce qu'il y a une fille de mon groupe qui s'appelle Marie qui utilise ce livre et pourtant elle n'a pas de bons résultats, même pas de bonnes notes, en cours en maths je ne sais pas elle a cinq peut-être six de moyenne je ne suis même pas sûre, et pourtant elle s'entraîne beaucoup elle travaille beaucoup
I	Et pour le reste tu vas chercher sur internet, tu regardes des annales ?
M	Non pas trop
I	Tu te contentes de ce que vous donne le prof ?
M	Oui c'est ça, c'est déjà beaucoup et pourtant j'ai l'impression de pas travailler assez. On a beau travailler beaucoup on a toujours l'impression, en tout cas moi, j'ai l'impression de jamais travailler assez dans n'importe quelle matière donc
I	Vous n'avez jamais le temps de tout finir
M	Oui c'est ça,
I	En tout cas on a cette même impression partout en prépa,
M	je ne sais pas ce qui se passe dans les autres écoles
I	et dans les facs ?
M	Dans les facs non
I	Pourquoi tu dis ça ? tu as des copains qui te disent ça ?
M	C'est pas le même type de travail en fait, ben j'ai une amie qui est en première année de médecine du coup elle travail énormément, à la bibliothèque, elle relis ses chapitres et tout donc elle travaille énormément, mais j'ai deux trois amis en fac qui font par exemple BTS, je crois qu'il y en une qui fait psycho et ils n'ont pas ce stress parce que bon ils ont pas autant de travail à la maison ou ils ont plus de TD je ne sais pas je leur ai pas vraiment posé la question
I	Donc tu n'as pas l'impression que c'est pareil?
M	Parce que nous c'est tout le temps tout le temps tout le temps, enfin ça ne s'arrête jamais, le prof d'anglais d'ailleurs il veut qu'on travaille quatre heures par soir et à la limite il nous donnait un petit après-midi le samedi pour se reposer après un DS, par contre à 18h il faut qu'on se remette au travail et dimanche on travail toute la journée
I	Et pour les maths on vous a dit combien d'heures on attend de vous par semaine de travail à la maison, le soir, on vous a conseillé quelque chose ?
M	Non il nous a rien dit
I	Mais tu penses travailler combien d'heures par semaine pour les maths ?
M	Euhhh
I	Vous avez huit heures de cours de maths par semaine c'est ça ?
M	Oui c'est ça
I	À peu près?
M	Je sais pas, moi je vais dire quatre heures mais je pense que ce n'est pas assez
I	Tu comptes les weekends et la semaine, c'est ce que tu arrives à faire en moyenne, quatre heures ?
M	Oui c'est pas énorme

I	Non, mais ça doit pas être évident avec tout ce que vous avez à faire
M	En plus les profs de langues ils nous donnent plein de travail. Le prof d'anglais il nous a donné un petit cahier d'exercices et il nous a donné pour cette semaine, pour lundi, ça fait du lundi au lundi six pages de traduction à faire en une semaine, sachant qu'on a toutes nos colles, qu'on doit réviser pour le contrôle qui sera le samedi, qu'on doit se reposer le weekend on est un peu fatigué et on doit continuer à travailler enfin
I	Et tu as l'impression, tu sens que tu es à la fac ou que tu es toujours au lycée ?
M	Je sens que c'est toujours l'école. On dirait que c'est encore le lycée mais avec beaucoup plus de maths et de travail, un rythme plus accéléré.
I	Bon, est-ce qu'il y a des choses auxquelles tu penses et dont je n'ai pas parlées, ça peut m'aider parce que des fois vous voyez des choses que moi je ne vois pas, donc du point de vue des élèves. Est-ce que tu veux signaler quelque chose qui te semble intéressant ? Ce que je cherche surtout c'est comment ça change, qu'est-ce qui évolue ?
M	Ben la pression par exemple elle est très différente de ce qu'on avait en terminale parce qu'à la fin de l'année on avait vraiment, enfin pour moi j'avais vraiment ... même l'ambiance était un peu plus légère, et là j'ai l'impression qu'en fait plus que les élèves c'est les profs qui nous mettent sous forte pression limite sans pression c'est pas la prépa, c'est pas beaucoup quoi. Mais j'arrive pas, enfin on a du mal à se laisser et on se dit ben on n'a pas de bonnes notes on va rater les concours et on va se retrouver dans des écoles de merde donc ça vaut pas la peine de continuer de travailler
I	Donc c'est quand même démotivant
M	Un petit peu oui
I	Et vous vous remontez le moral les uns les autres
M	Ben si si justement j'ai un pote, j'ai un ami qui est un petit peu disons qu'il n'a plus de volonté donc il faut le remotiver, et donc il ya Marie qui est insomniaque donc ces temps là qui mange peu du coup on la pousse à manger, on lui dit tu dors.
I	Donc il y a quand même cet esprit de
M	ça oui. On s'entraide pendant les moments durs, quand on n'a pas le moral des trucs comme ça, enfin on s'entraide mais on ressent la pression
I	Et les maths c'est quand même important, vous êtes des scientifiques
M	Ah ouais ouais les maths c'est important mais on a du mal à le remettre dans des, à part pour les proba on a du mal à se remettre, dans quoi ça va nous aider dans les écoles. Et le truc c'est que j'ai un ami qui a fait un concours post-bac juste après le bac il est rentré à l'ESSEC il a fait cinq ans, enfin pour l'instant, et on s'est revu deux semaines ou trois semaines après la rentrée pour moi, et je commence à lui parler de ce que je fais en maths et il me dit mais j'ai jamais fait ça, c'est quoi ça, je pense que je n'aurai jamais survécu en prépa et en fait moi j'ai l'impression que tout ce qu'on fait là c'est juste pour nous sélectionner quoi, pour nous trier au moment du concours. De toute manière c'est ça parce qu'on a énormément de trucs à assimiler du coup c'est forcément comme ça, c'est pas vraiment très facile à comprendre
I	Bien. Merci et bon courage

Entretien Manon (lycée B)

Dans ce qui suit : I= Intervieweur, M=Manon.

1	I	Bon donc comme tu as dû déjà le constater des questionnaires et de mes échanges par mail, j'essaye de voir ce qui se passe au cours de cette première année. D'accord ? Donc j'ai déjà fait cela l'année dernière avec ceux qui sont actuellement en 2eme année, sauf que je n'ai pas été jusqu'au bout, je n'ai pas fait d'entretiens, je n'ai pas pu filmer non plus. J'ai fait juste des questionnaires début-fin, et là normalement avec vous je vais faire des questionnaires à la fin aussi, avec toute la classe en principe. Mais donc bien sûr quand je fais des entretiens je peux creuser un peu plus en profondeur pour certains éléments. Donc j'avais déjà posé des questions, je vais repartir sur ces questions parce que je pense qu'il y a peut-être des choses qui ont changé. Et la première chose qui m'intéresse beaucoup c'est ce travail de groupe. Donc j'insiste beaucoup sur le travail de groupe, voilà
2	M	ouais
3	I	Tu avais dit au début que tu ne travailles pas en groupe parce que tu n'avais trouvé personne pour faire des maths. Est-ce que c'est toujours le cas ? Ou ça a changé ?
4	M	Ben je veux dire qu'en fait je suis parmi les rares élèves de la classe à aimer la matière des maths
5	I	D'accord, bon ça c'est normal vous êtes des technos
6	M	[rire] et à comprendre ce que dit le prof en cours.
7	I	Tu as de bonnes notes ?
8	M	Euhhh je ne suis pas des meilleurs mais j'ai j'ai... les meilleures notes de toute façon c'est des 13,5 et en fait on a eu peu de contrôles.
9	I	D'accord. Oui mais je pense donc qu'il n'y a pas beaucoup de très bonnes notes de toute façon ?
10	M	Il y a eu un 20 à un moment [rire]
11	I	Un 20 exceptionnel, sur quel thème ?
12	M	Je ne sais plus
13	I	D'accord, bon ce n'est pas grave.
14	M	Mais il faut dire que la plupart de mes amis, ils aiment pas les maths, ils comprennent rien, ils vont même au soutien le mardi soir, moi j'y suis allée qu'une fois parce que j'avais raté une colle de mathématiques à un moment, je me suis dit il vaut mieux y aller.
15	I	Il y a des soutiens tous les mardis soir ? C'est ça ?
16	M	Tous les mardis soir
17	I	D'accord. Et c'est avec Mr. H.C. ou c'est avec ?
18	M	Mhh c'est avec un des colleurs Mr. O.
19	I	Ah ok, d'accord. Ok.
20	M	Donc quand mes amis ou mes camarades de classe ils comprennent pas quelque chose en mathématiques, s'ils viennent me voir je veux bien leur expliquer, ça me dérange pas, mais c'est vrai qu'on ne travaille pas vraiment ensemble les

		maths
21	I	Tu fais ça, c'est-à-dire tu expliques comme ça en classe 2-3 minutes ou ?
22	M	En classe Mr. H.C. ne veut pas qu'on parle en fait parce que il s'arrête quand les gens parlent donc c'est plutôt après les cours, pendant des pauses, ou le lundi soir ou le mardi soir quand il y en a qui ne vont pas, qui n'ont pas des trucs à faire et qu'on reste au CDI pour bosser, donc, et autre
23	I	Donc c'est pas des petits moments, c'est vraiment des séances où vous vous installez à deux, vous travaillez, vous... voilà on te demande à l'avance et tu dis
24	M	C'est quand on va préparer nos colles en fait donc on va
25	I	Voilà c'est ça
26	M	C'est surtout sur le moment
27	I	D'accord. Et vous préparez les colles pour quand ? Parce que si j'ai bien compris, j'avais assisté à quelques séances
28	M	On a 4 colles le mercredi en fait
29	I	Oui mais elles sont très spéciales vos colles, c'est-à-dire que les colles c'est plutôt, on vous donne des exercices, on vous laisse faire, et c'est pas vraiment des colles comme chez les scientifiques où on doit passer au tableau
30	M	Non non, on est, on reste sur papier, on est plusieurs dans la salle
	I	Voilà
	M	Mais comme on a plusieurs colles à passer dans la même journée, quand on se met tous à les travailler, et qu'il y en a qui ne comprennent pas, qui n'ont pas compris à un moment le cours de maths, et qui savent que ça va tomber dans la colle,
	I	D'accord. Donc vous préparez quand même les colles de maths à l'avance c'est ça ?
	M	Le cours quand on l'a pas compris parce que les exercices on les a pas. Soit on revoit les exemples qu'on a fait en cours soit les exercices qu'il a donnés
	I	Oui. Et c'est souvent ça ?
	M	Ben là
	I	Toutes les colles vous les préparez comme ça ?
	M	Pour ceux qui sont là souvent on se retrouve tous ensemble parce qu'on reconnaît normalement ceux qui passent les mêmes colles que nous, on est habitué, donc
	I	D'accord. Mais c'est toujours le principe de Mr.H.C., que c'est assez facultatif ces colles, non ? Pas facultatif, il y a quand même une note, mais il y a des gens qui viennent qui ne sont pas censés être là le mercredi mais parce qu'ils ont envie d'assister, ou
	M	Non, non du tout
	I	Ah c'est plus ça du tout?
	M	C'est... euh... on... on a des horaires mais il y en a qui viennent plus tôt ou un peu plus tard
	I	D'accord
	M	Mais on est tous obligés d'y aller quand c'est notre journée de passer, donc c'est ça c'est obligatoire ; par contre c'est sûr que si on ne connaît pas notre cours les colleurs ne peuvent pas nous mettre la moyenne bien que Mr. H.C. leur avait dit

	au début de l'année d'être plutôt gentils
I	Oui mais c'est ça. Donc ils vous donnent quand même des exercices à travailler, ils sont deux colleurs dans la salle, vous êtes 4 et 5 à-peu-près, et ils passent voir ce que vous faites, c'est bien ça ?
M	Oui et ils nous aident quand on ne comprend pas
I	Oui, ils vous expliquent. Donc cette notion de... de cours particulier
M	Est présente
I	Elle est quand même présente. Parce que, vous ne l'avez pas encore complété, mais dans le questionnaire de la fin de l'année dernière il y avait une partie sur les colles que vous aurez là, et c'était impressionnant, les élèves disent « c'est vraiment un cours particulier, ils nous réexpliquent tout, c'est une autre version que le prof pour ceux qui ne comprennent pas, on peut poser les questions.... » donc c'est vraiment ça le rapport avec le colleur ? C'est un peu exagéré ?
M	Je ne dirai pas à ce point là en tout cas parce que...
I	À ton avis qu'est ce que c'est? Tu peux dire, je ne transmettrai cela à personne
M	Non j'essaye juste de réfléchir à comment... C'est sûr qu'avec les exercices ils nous... ils nous disent quand même qu'ils sont un peu exaspérés par nos connaissances des fois, en disant que vous n'avez pas appris le cours et que
I	Parce qu'il y a des gens qui viennent qui n'ont pas du tout préparé le cours
M	C'est ça. Et des fois Mr. H.C. arrive aussi faire un tour dans la colle voir comment ça se passe et... c'est vrai qu'il nous réexplique des fois avec une certaine, un peu d'ironie, un peu exaspéré
I	Oui. Bon en tout cas je sais que les colles ici chez vous c'est très particulier, parce que quand je vois chez les scientifiques c'est autre chose, mais bon
M	Ils ont peut-être plus de pression les scientifiques?
I	Oui mais j'ai été aussi surprise de ce qu'ils disent qu'il y a cet aspect cours particulier malgré le fait d'être interrogé au tableau... Mais donc ça contribue à la compréhension ?
M	Oui parce qu'en fait les colleurs ils sont quand même là pour nous aider donc si on a vraiment un truc qu'on n'a pas compris on va les voir, et si c'est en mathématiques on va au soutien de maths après
I	Et tu penses qu'en classe il ya des gens qui travaillent en groupe ? Pour les maths, hein, ne pense pas à autre chose
M	En plein cours ou en dehors du cours ?
I	Non non pas en plein cours, les weekends, les soirs, qui préparent ensemble les DS, les DM... ou tu n'as pas cette impression ?
M	Non pas cette impression,
I	Pas vraiment ? C'est plutôt un esprit de classe ?
M	Peut être deux ou trois qui passent les weekends ensemble et ils vont donc bosser un peu mais c'est pas tout le temps à mon avis. C'est des petits groupes ou alors une grosse partie des marocains, d'ailleurs je me demande même s'ils travaillent [rire].
I	Tu as l'impression qu'ils travaillent, ils font un clan, ils travaillent ensemble, ou tu n'as pas cette impression ?
M	Si j'ai cette impression,

I	Est-ce qu'ils sont hébergés dans le...
M	parce que s'ils habitent seuls, ils sont dans des appartements tous seuls donc ils font des, ils vont manger ensemble des fois, ils... je n'en sais rien
I	D'accord, il faudra que j'arrive à rencontrer quelqu'un mais... Et donc est-ce que tu sens qu'il y a vraiment cet esprit de solidarité en classe ? Comme une classe ou non, il y a des petits groupes... ?
M	La classe est unie, mais on sait qu'il y a quand même différents groupes à l'intérieur. On a... les groupes des fois on les retrouve à la cantine par exemple, même si tout le monde ne mange pas à la cantine, mais mais
I	Mais en termes de travail,
M	En travail en fait c'est les mêmes groupes, on retrouve à peu près les mêmes personnes à chaque fois ensemble
I	Et en maths le fait d'être mélangés dans des groupes de colle qui ne sont pas vos groupes d'amis ça ne change pas ?
M	Non parce qu'en fait on devient amis après avec les gens qui sont dans notre groupe
I	Oui voilà. Mais donc tout le monde travaille ensemble en fin de compte, vous vous passez des DS, des DM tout ça
M	Oui
I	Oui, plus ou moins ? Il faut le dire, hein !
M	Surtout que j'ai appris qu'il y a eu des petites tricheries, donc oui [rire]
I	Oui mais j'ai l'impression que c'est ce qui se passe, euh, ça fait partie de cet esprit de solidarité même si c'est pas vraiment le cas
M	[rire] oui on s'entraide avec les réponses
I	Oui... Bon alors là on est en milieu d'année, on n'est pas encore à la fin, mais est-ce, qu'est-ce que, par rapport au cours de maths, je n'arrête pas de le répéter parce que j'ai l'impression que quand je ne le dis pas on peut penser à tous les cours, qu'est-ce que tu penses a le plus changé par rapport à la terminale, maintenant, en termes de ta façon de travailler les maths ? Ta méthode de travail
M	Alors déjà je peux dire qu'en terminale on avait des exercices à faire chez nous petit à petit, à petite dose, alors que la ben Mr. H.C. il nous donne plein d'exercices à faire à préparer chez nous et on les corrige au fûr et à mesure en classe
I	D'accord
M	Donc déjà la répartition du travail à faire à la maison est un peu différente
I	Donc c'est à toi de répartir ton travail c'est ça ?
M	Oui oui oui oui... on ne sait pas combien on va en corriger pendant une journée, donc c'est c'est dur à mettre en place, et... au niveau des devoirs je ne sais pas comment, c'est que les exercices ne sont pas totalement la même chose mais en terminale on ne travaille pas de la même façon, c'est
I	Qu'est-ce que ça veut dire ? qu'est-ce que tu veux dire par ça ?
M	Que... que la cette année je vais plutôt prendre les exercices et regarder le corrigé qu'il nous a envoyé au lieu de prendre celui qu'on a rédigé en cours pour voir comment il rédige
I	Ah d'accord, donc les exercices des devoirs sont très différents de ce que vous

	faites en cours, c'est ça ?
M	Ils sont plus durs, ils sont plus durs... Et des fois il y a des questions que je ne comprends pas parce que c'est la formulation qui est un peu plus dure.
I	Et ça c'était différent en terminale parce que ?
M	En terminale je connaissais à-peu-près la personnalité de mon professeur, donc j'arrivais à-peu-près à deviner ce qu'il allait nous donner, et
I	C'est pas le cas avec Mr. H.C. ?
M	C'est totalement différent avec Mr. H.C.
I	C'est bien parce qu'il vous prépare au concours donc tant mieux peut-être
M	Oui sûrement mais
I	Ton rythme de travail, les heures, la façon de, comment tu travailles, tout ça ne change pas beaucoup ? pour l'instant tu n'as pas l'impression que ça change ?
M	Non pas vraiment encore
I	Il n'y a rien qui change parce que c'est en prépa ou parce que tu ne fais pas autre chose ?
M	Si quand même, avec l'école en tout cas on sait qu'on est mieux préparé parce que c'est un travail régulier qu'on fait. Tandis que l'année dernière on travaillait seulement avant les contrôles. Alors que là on travaille toutes les semaines, ça devient régulier, on a une petite organisation pour mieux retenir en fait ce qu'on a fait en cours, sachant qu'avec Mr. H.C. on reprend au début du cours à chaque fois ce qu'on avait fini, pour dire où on s'était arrêté et pour pouvoir continuer.
I	D'accord. Et tu n'as pas l'impression qu'il y a une structure particulière qui fait que ça continue, c.à.d. lycée et classe prépa ? Est-ce que tu as l'impression que ça s'enchaîne, que tu sens que tu es passé à l'université, qu'il y a beaucoup de choses qui ont changé ?
M	Non ça s'enchaîne là, c'est quasiment pareil,
I	Tu étais ici avant ?
M	Du tout, il n'y a pas de lycée ici, donc c'est seulement la classe prépa.
I	D'accord. Bon. Mhhh. Les notions mathématiques que vous avez vues jusqu'à maintenant, est-ce qu'il y en a certaines qui sont particulièrement plus difficiles que d'autres ? Est-ce qu'il y a des thèmes qui t'embêtent, d'autres que tu trouves plus... simples ?
M	Si on fait un thème ou une partie dans un cours, parce que par exemple ce matin on a fait un truc que je n'ai pas encore bien compris
I	C'est ?
M	Je ne me souviens même plus d'ailleurs
I	Vous êtes dans quel chapitre là ?
M	On est dans les dérivées, la dérivation, c'était avec les extrémités finies, un truc du genre [cherche dans son cahier]
I	Donc ce n'est pas globalement un thème qui te gêne, ça dépend de certaines parties du cours
M	Oui, c'est certaines parties du cours. Là c'était les inégalités des accroissements finis, la dernière partie. J'ai le début du cours, j'aurais très bien pu revoir mon cours de l'année dernière, on l'a fait, c'est amusant. Mais non les chapitres qu'on a faits, comme on avance un peu lentement

I	Par rapport au programme qui est annoncé?
M	Par rapport au programme et par rapport aux autres classes, même si on est la seule ECT, on prend les ECE ou, j'ai des amis qui sont en prépa maths, enfin en prépa HEC et qui dans le programme de maths sont beaucoup plus rapides que nous
I	Oui mais ça c'est aussi relié au fait d'être des technos
M	À mon avis c'est aussi relié au fait qu'on est nombreux, très nombreux
I	Vous êtes toujours très nombreux? Il n'y en a pas qui ont désisté ?
M	Il n'y a que 2 qui sont partis mais c'est dès le début de l'année
I	Ah mais c'est bien ça c'est bien
M	Pas autant parce qu'au fait il y a eu un bug informatique donc on était beaucoup trop dès le début de l'année. Donc là on est encore 51
I	Ça gêne ? En classe ?
M	C'est très gênant parce qu'il y en a plein qui font du bruit, qui parlent en cours, et qui empêchent les autres en fait de se concentrer
I	Surtout en cours de maths? Ils n'aiment pas les maths ? Ou
M	Il y en a en maths qui vont dormir, comme ça c'est plus simple et ils font moins de bruit, sinon ils vont jouer sur leurs ordinateurs, il y en a qui vont écouter, enfin ceux qui participent sont souvent devant
I	Et le niveau en classe il est comment?
M	Très partagé. Il y a d'un côté les marocains qui sont hyper forts en maths, qui occupent les premières places, et au fond ceux qui n'aiment pas ça, qui ne comprennent plus rien, qui ont abandonné, qui attendent le soutien
I	Et les marocains, tu penses pourquoi ils sont tellement bons en maths ou même j'ai l'impression dans toutes les matières d'après ce qu'on m'avait dit l'année dernière. C'est parce qu'ils viennent d'un bon lycée, ou
M	Oui en fait leur lycée il les a préparé, c'est comme s'ils avaient fait une prépa au lycée. Donc d'après ce que j'ai entendu ils sont allés beaucoup plus loin que nous dans certaines matières, c'est vrai qu'ils étaient mieux préparés, et comme leur lycée se nomme « algebra » on pourrait comprendre qu'ils seraient aussi bons en maths.
I	Et vous êtes vraiment partagés en marocains/non marocains en classe ? Il y a une séparation, ou ça ce mélange, ou non ?
M	Oh non, on se mélange, on va parler tous ensemble, il n'y a pas de problèmes. Mais on a remarqué quand même depuis quelques temps, qu'il y a une grosse différence par rapport aux capacités de chacun, qu'on sait quand même qu'ils sont meilleurs que nous et qu'on doit s'accrocher.
I	Ils vous aident ? Ils aident les autres ou non ? Il y a une coopération?
M	Pas tout le temps
I	Pas tout le temps?
M	Je crois même, encore d'après ce que j'ai entendu, qu'ils donnent parfois pendant les contrôles aux autres des mauvaises réponses pour...
I	Ah. D'accord donc eux ils font vraiment un clan et ... Il faut vraiment que j'arrive à parler à l'un d'entre eux, je ne sais même plus s'il y en avait un qui était volontaire.

	Bon. On va passer à quelque chose de plus détaillé que cette discussion. C'était quand ton dernier DS de maths ? C'est très loin, très ancien ?
M	Très loin,
I	Ah bon?
M	Oui on n'en a pas fait beaucoup. Le dernier contrôle c'est... je me demande même si ce n'était pas le bac blanc, enfin le concours blanc.
I	Et c'était quand le concours blanc? C'était il y a longtemps ? 2 semaines ? 3 semaines ?
M	C'était près de la Toussaint [rire]. Il faut que je vois s'il y en pas eu un autre depuis
I	Vous n'avez pas fait de contrôle depuis ??
M	Peut être un, franchement j'ai pas d'idée.
I	Bon est-ce que tu peux penser au concours blanc. Est-ce que tu pourras te souvenir de certaines choses pour ce concours blanc ? Ou si je te pose des questions détaillées sur la préparation
M	Ah non non, on n'en a eu un autre contrôle après le concours blanc
I	Et tu t'en souviens?
M	Oui. Je sais que sur les deux j'ai foiré l'exercice 2. Ça m'a marqué
I	C'est déjà bien. Non ce que je veux dire, est-ce que tu peux te remettre en état
M	Devant la feuille ?
I	Non non même avant, de comment tu as préparé ce DS. C'est ça qui m'intéresse. Comment tu as bossé pour préparer ton DS ? Essaie de revenir un peu dans le temps, choisis soit le concours blanc soit l'autre
M	Ça c'est pareil que ce que je vais faire pour le concours blanc après les vacances
I	Ben voilà très bien, donc tu vas me décrire en détail ce que tu fais. Comment est-ce que tu bosses un DS de maths, que ça soit un concours blanc ou non. Comment tu réparties ton temps, quand est-ce que tu t'y mets, qu'est ce que tu utilises les polys, un livre...
M	Alors déjà le livre c'est pas possible.
I	Oui bon voilà tu, racontes moi comment tu travailles pour un contrôle de maths, mais là vraiment essaie d'être détaillée parce que ça va me dire beaucoup de choses quand même
M	Alors je relis le cours assez rapidement pour me, je m'attarde sur les passages à retenir qui sont très importants,
I	Donc les théorèmes les formules les définitions ?
M	Oui
I	Et tu relis tous les chapitres d'affilée? Ou tu fais par thème ? ou
M	Ah non tout
I	Tout d'un coup?
M	Comme on n'en n'avait fait que peu de toute façon, c'est pas comme si c'était très gênant
I	Et là tu en auras combien?
M	Peu
I	Peu? 3-4?
M	Oui je dirai 4, 4 ou 5, c'est pas beaucoup

I	Et donc tu liras les 4-5 chapitres d'un coup ?
M	Oui. Puis je vais revoir, je vais mettre de côté les formules que je dois vraiment retenir,
I	Tu vas faire un petit formulaire en lisant, c'est ça ? Tu notes au fûr et à mesure ?
M	Oui je vais les mettre de côté
I	Et ça c'est combien de temps avant le DS ?
M	Ça dépend. Vu que je vais avoir... si je fais pour un DS normal peut-être la veille, je m'y prends au dernier moment.
I	Tu ne feras rien du tout avant ?
M	Je n'ai pas vraiment le temps avant, je n'ai pas envie de me surcharger de travail
I	D'accord.
M	Quoi que là ça va être surchargé mais c'est pas grave. Ensuite je reprends les exercices qu'on a, qu'il nous avait donné à faire des fois pendant les weekends et autre, donc la feuille d'exercices, et je regarde le corrigé, donc comment il rédigeait, comment il fait
I	Tu essayes de refaire des exercices ou non ?
M	Oui des fois je refais un peu, mais je préfère relire en fait, je me dis que ce n'est pas la bonne méthode. Je préfère relire et faire en fait le calcul de tête, voir si c'est bien le même qu'il fallait faire, et
I	D'accord
M	Et c'est à-peu-près tout
I	Est-ce que tu as des exemples en rapport avec le cours dans ton formulaire ou c'est juste des formules ?
M	formules formules formules, je veux vraiment avoir les trucs qu'il faut retenir, facilement en tête
I	D'accord. Et donc les exercices tu en refais certains. C'est lesquels ? Quand est-ce que tu décides que celui-là je vais le refaire ?
M	Ceux que j'ai raté, c'est ceux que je sais que j'ai eu du mal et que j'ai raté, et que je veux savoir comment les présenter sur la copie.
I	D'accord. Est-ce que tu vas chercher des trucs en ligne, ou est-ce que tu discutes avec les autres ?
M	Non pas vraiment. Je fais un peu en solo cette partie.
I	Mais toi c'est parce que tu prépares constamment régulièrement, c'est ça ? c'est donc quand tu arrives au DS tu es déjà bien préparée ?
M	Surtout que j'ai bien compris ce qui se passait en cours, je participe, puis j'écoute, donc je prends toutes les notes, tout ce qu'il écrit au tableau, même les petits exemples, et que j'ai déjà assimilé la partie
I	Et tu revois les notes le soir ou tu fais comment, après un cours de maths ?
M	Je suis trop fatiguée le soir. Je ne fais plus rien.
I	Et c'est quand que tu as le temps de retravailler si tu n'as pas un DS ?
M	Le weekend.
I	Le weekend, tu revois tout ce qui a été fait en maths? Tu fais les fiches d'exercices c'est ça ?
M	Oui
I	Pas les soirs, je comprends après toute la journée

M	Non mais le soir on a eu déjà plusieurs heures de cours le matin, on est mort
I	Donc le weekend c'est retravailler toutes les matières qui sont passées pendant la semaine ?
M	Quelques unes, juste quelques unes. Parce que je ne peux pas tout faire.
I	Et la préparation des colles au fait, c'est juste avant les colles ?
M	La préparation des colles ça dépend. Il y en a que... si c'est dans toutes les matières il y en a qui nous ont donné en avance donc on le fait le weekend, et sinon moi je finis mes colles le lundi et le mardi pour le mercredi.
I	D'accord. Donc il y a quand même des soirs où tu as besoin de travailler
M	C'est lundi et mardi soir, c'est les seuls jours de la semaine où je bosse vraiment.
I	Tu es encore fraîche et pimpante après le weekend, et après c'est fini
M	Après c'est à la suite. On prend et on reprend
I	Et est-ce que tu es en train d'adapter des choses dans ta façon de travailler pour le DS ou tu as toujours, tu faisais pareil en terminale pour un DS ?
M	Oui
I	Tu lisais les corrigés et tu faisais quelques exercices
M	Oui
I	Et tu avais de bonnes notes en terminale en maths?
M	Oui j'avais de très bonnes notes, c'était facile.
I	Oui mais donc tu penses que donc voilà, parce que tu as dis quelque chose d'intéressant : c'est peut-être pas la bonne méthode mais pour toi c'est tout ce que tu peux faire
M	Ben c'est tout ce que j'arrive à faire parce que
I	Avec tout ce que tu as
M	C'est que si j'essaye d'en faire plus en fait je vais très vite me fatiguer et ça va vite m'énerver et je vais arrêter plus rapidement, et donc je n'aurais même pas fait le truc en entier. Je sais que j'en ai les capacités, mais je suis un peu paresseuse sur ce coté.
I	Bon. Qu'est ce que tu auras à réviser comme chapitres pour le prochain concours blanc ?
M	Alors là c'est très simple. Vu que j'avais totalement oublié la formule de delta la dernier colle, celle-là je vais la revoir. Et je vais revoir les polynômes qu'on a fait donc le premier chapitre. Les dérivées aussi, les formules, il faut apprendre par cœur, peut-être la division euclidienne, ça peu être intéressant
I	D'accord. Et quels sont les thèmes qu'on vous a donnés pour le concours ? Tout ce que vous avez fait depuis le début de l'année ?
M	Tout ce qu'on a vu depuis le début de l'année. Je crois qu'il veut encore nous donner des exercices spéciaux et pas une vraie épreuve, parce qu'on n'a pas encore fait assez de trucs.
I	Mais quels sont vos thèmes ? puisque tu dis que vous allez plus lentement que les autres, je n'ai pas suivi du tout où vous en êtes maintenant. Qu'est-ce que vous avez fait comme thèmes ?
M	Ben on a fait donc les polynômes, enfin de 2nd degré, on a fait, on n'a pas fait grand-chose, tellement peu de choses que je m'en souviens pas vraiment. Donc

	là on est sur les dérivées, et juste avant, mystère, à revoir.
I	Bon il n'y a pas grand-chose alors
M	Non
I	C'est bien. Vous faites 4 heures-6 heures par semaine?
M	2 heures le lundi et 2 heures le mercredi et 2 heures, oui 6 heures
I	6 heures, à part les colles
M	Et les colles durent 1 heure
I	Et est-ce que tu penses que le nombre d'élèves en classe est en train de ralentir aussi le cours ou il continue son cours
M	Ah non non, que quand on parle il s'arrête
I	Oui. Donc ce qu'il fait que ça ralentit un peu son rythme
M	Ça ralentit beaucoup
I	Et est-ce que vous posez beaucoup de questions en classe ?
M	Oui pas mal
I	Et il répond, il attend, ou vous en discutez après ?
M	Déjà il reprend la formulation de la question et puis il fait toutes les démonstrations donc ça dure très longtemps et puis il y a d'autres questions qui se rajoutent,
I	Et ça c'est pendant le cours ou pendant les exercices ou pendant tout ?
M	Partout. Quand on fait les exercices, quand il les corrige et on n'a pas compris, pendant le cours,
I	Et vous avez des séances strictement exercices/correction et des séances strictement cours ? Ou ça peut arriver d'avoir des séances avec les deux ?
M	En fait c'est mélangé, là on va avoir les exercices parce qu'on a fini le cours en un sens, mais si on n'a pas compris il va reprendre un peu le cours.
I	Alors je sais qu'on est en milieu d'année, d'habitude je pose cette question sur la fin de l'année, mais si tu as des conseils à donner à ceux qui vont rentrer l'année prochaine, pour le cours de maths, qu'est-ce que tu dis ?
M	Revoyez vos dérivées! [rire]
I	Revoyez vos dérivées, d'accord. Mais aussi sur leur méthode de travail, qu'est-ce que tu leur dis ? comment est-ce qu'il faut travailler pour réussir ? Pas pour avoir des 18 mais pour avoir un niveau satisfaisant.
M	Il faut pas faire comme moi en fait, il faut vraiment reprendre tous les exercices quand on les retravaille, il faut tous les retravailler
I	Tu penses qu'ils auront le temps de faire tous les exercices ?
M	Certains, parce qu'en fait Mr. H.C. dans sa feuille d'exercices il met d'abord des exercices assez faciles au début, et des plus durs à la fin. Donc il faut en prendre quelques uns de chaque pour comprendre la méthode. Quand on a fait les premiers de la première partie on est capable de faire la suite
I	Et toi tu lis vraiment tous les exercices faciles et tous les exercices durs ? Mais tu lis, c'est ça ?
M	Moi je les relis. Je relis certains pour bien assimiler la méthode et comment ça se rédige, et après j'essaye de faire les exercices un peu plus durs mais un peu à l'écrit parce que je ne peux pas les faire de tête.
I	Et c'est les démonstrations qui posent problème ? C'est la façon de rédiger plus

	que les
M	Les démonstrations c'est plutôt dans le cours en fait,
I	on ne vous demande pas ça dans les DS ?
M	Pas vraiment non Pour le DS il faut qu'on ait compris au moins comment ça se faisait, et si jamais on a oublié il faut qu'on soit capable de se le refaire pour soi-même. Mais c'est juste que des fois les démonstrations de Mr. H.C. sont un peu
I	Détaillées ? longues?
M	Confuses, pour certains, moi je comprends à-peu-près, mais pour certains ils sont totalement perdus, et ils préféreraient quand ils étaient en terminale ils posaient directement et pour certains professeurs ne démontraient pas, donc on avait simplement à retenir comme ça. Mr. H.C. il aime bien tout prouver.
I	Mais c'est pas mieux tu penses?
M	Si c'est bien
I	De comprendre au lieu de mémoriser, ou non il suffit de connaître le théorème ?
M	Comme à la toute fin de toute façon il faudra le mémoriser, c'est bien de démontrer comme ça mais pour certaines choses à mon avis c'est un peu inutile, c'est vraiment aller chercher plus loin qu'il ne le faut.
I	Mais quand tu dis tu regardes dans les exercices comment ils sont faits, ce qui t'intéresse c'est
M	C'est la rédaction
I	Parce qu'il y a vraiment une façon de rédiger, c'est ça?
M	Il y a certaines choses qu'on ne rédige pas en cours quand on corrige et que, en fait elles sont très importantes.
I	Ah. Et comment vous savez qu'il faut les rédiger ?
M	Quand on les retrouve dans ses corrigés et qu'on sait qu'on a
I	Après le DS c'est ça? Donc ce n'est pas les résultats, ce n'est pas le calcul qu'il recherche c'est plutôt comment vous
M	Oh non il recherche quand même le résultat, c'est quand même ça qui donne les points, mais si on oublié de dire qu'importe x dans IR ou des trucs du genre
I	Donc c'est les conditions
M	Il faut pas oublier de les mettre c'est très important
I	Oui mais c'est bien sûr très essentiel quand on fait un exercice parce que si on ne met pas
M	S'il manque des données les correcteurs vont dire
I	C'est absurde comme démonstration, comme réponse si ce n'est pas dans des conditions particulières
M	Oui,
I	Mais ça vous ne le faites pas en cours, mais vous ne le faites pas dans les exercices ?
M	Non. En cours en fait quand on fait les exercices c'est comme si on rédigeait au brouillon, c'est pour ça alors que ses propres corrigés c'est ceux qu'il faut rédiger de la bonne façon
I	D'accord. Mais il vous donne quand même des corrigés pour tout?
M	Oui
I	Même tout ce que vous faites en classe ?

M	Oui
I	Intéressant. Bon, donc conseils à ceux qui arrivent: refaire tous les exercices
M	Ou une partie en tout cas
I	Ou une partie autant que possible, revoir les dérivées ils en auront besoin, quoi d'autre ?
M	Bien écouter en cours et réussir à participer. Parce que s'ils abandonnent très vite en fait ils seront perdus pour le reste. Il faut pas lâcher l'affaire.
I	Bon je ne vais pas te dire est-ce que tu penses que le travail de groupe sera utile puisque tu n'est pas
M	Oh si c'est peut être utile, franchement on s'entraide ensemble quand on n'a pas compris une partie et que l'autre a compris, on peut s'aider et puis souvent on le comprend mieux soi-même quand on le dit à l'oral et qu'on l'explique à quelqu'un. Je faisais ça un peu l'année dernière et puis franchement
I	Quand tu reformules les choses et que tu t'entends dire les choses ça t'aide ?
M	Oui, ça m'aide encore cette année quand je fais ça avec certaines de mes amies, mais l'année dernière je le faisais aussi un peu, donc c'est sûr que c'est beaucoup plus simple. C'est comme quand on le fait avec nos parents et qu'ils nous disent qu'est ce que t'as pas compris et qu'on réexplique, et paf déclic on a compris.
I	Et tu as déjà travaillé avec quelqu'un, je sais pas, demandé l'aide de quelqu'un, un prof particulier, les parents...?
M	Euh si, une fois j'ai essayé avec mon cousin, c'est pas mon truc en fait. Je préfère quand c'est quelqu'un que je sais être expérimenté et qui a ses diplômes et qui peut vraiment m'aider.
I	Donc c'est juste la fait de savoir que cette personne elle est
M	Elle est compétente, plus compétente, quand c'est les parents on sait qu'ils vont aller trop en profondeur et ils utilisent des formules ou autre qu'on a pas pris en cours
I	Tu as déjà essayé avec tes parents de faire un cours de maths, en prépa ?
M	En prépa non, je n'avais pas demandé, ils m'avaient déjà assez énervé au collège et au lycée. Mais là quand j'avais essayé le soutien de mathématiques une fois ça m'a plu, franchement j'ai bien aimé, et même là je suis à la recherche de quelqu'un pour m'aider.
I	Mais pourquoi tu n'y vas pas même si... c'est histoire de temps, c'est ça ?
M	Déjà, mais c'est aussi parce que je préfère finir mes colles le mardi soir. Si c'était un autre moment de la semaine je dirai pas non, mais de toute façon Mr. H.C. pense que je n'en ai pas besoin. Il dit tu risques de, en fait de gêner tous les autres qui en ont vraiment besoin, qui ont vraiment besoin d'aide
I	D'accord. Et il y a beaucoup de gens qui vont à ces
M	Oui
I	Et il y a beaucoup de personnes qui se font aider en dehors de l'école ou non ? est-ce que tu sais s'il y a des profs particuliers ?
M	En mathématiques je crois pas, parce que comme moi j'en recherche Mr. H.C. m'a bien fait comprendre que des profs de prépa ça coûte cher de toute façon, et qu'il faut en trouver pour les ECT et que c'est pas facile.

I	D'accord, donc il n'y a pas beaucoup de gens qui en ont. Et les marocains ils se font profs les uns pour les autres ?
M	Oui peut être, ça je ne sais pas bien.
I	Bon. Je ne sais pas si je voulais creuser encore des choses. De toute façon je continuerai à envoyer des
M	Messages ?
I	Oui les « une question par mois » à-peu-près en moyenne sur un thème. Il y a des choses que tu vas peut être retrouver dont on a déjà parlées, je reviendrai faire passer un questionnaire à tout le monde, parce que de toute façon c'est en dépouillant un questionnaire à grande échelle qu'on voit
M	Pour voir les différences et regrouper les informations
I	Mais je vais aussi, tellement cette histoire de marocains différents, je vais essayer aussi de répartir la classe et de voir s'il y a vraiment une différence entre les marocains/non marocains.
M	De toute façon ça se voit dans l'organisation, où les gens s'assoient
I	Oui, je veux vraiment voir si dans leurs réponses, est-ce que ça donne vraiment ça, est-ce que, je sais pas
M	Ils vont dire qu'ils s'ennuient en cours, qu'ils posent beaucoup de questions,
I	Tu penses qu'ils diront ça ? J'ai regardé les réponses mais je n'ai pas regardé marocains/non marocains, j'ai regardé globalement, j'ai analysé certaines choses
M	Les marocains aiment bien poser les questions, quand ils ont pas compris quelque chose, et qu'ils veulent vraiment avoir une bonne réponse et ils veulent
I	Mais c'est bien ça, non ?
M	En fait ce qu'ils demandent c'est une méthode sûre, ce qu'il faut vraiment utiliser à chaque fois, souvent c'est une certaine personne
I	Voilà, ils veulent des astuces, des stratégies, c'est ça?
M	Oui enfin à-peu-près tout le monde recherche ça mais Mr. H.C. a bien fait comprendre que c'était des mathématiques, c'est à nous de chercher, qu'il y a plusieurs équations ou formules à mettre en place, c'est à nous de savoir laquelle, il n'y en a pas une qui est faite pour tout, et pourtant ils continuent à poser les questions.
I	A chaque fois ? Ils essayent peut être dans ce chapitre, dans ce thème il y en a
M	Qui sait [rire]
I	C'est intéressant quand même, c'est la façon de développer des stratégies de travail. C'est peut être parce qu'ils sont formés comme ça, ils sont formés avec ce type de bagage donc ils continuent à en chercher. C'est intéressant, je vais essayer de revoir qui sur la liste avait dit oui, je veux bien faire un entretien et je vais essayer de relancer, on verra bien. S'ils acceptent tu leur diras que je ne suis pas méchante et que ce n'est pas très gênant cet entretien ?
M	Mais ils vous avaient déjà rencontré eux aussi
I	Oui je sais mais peut-être qu'un entretien leur fait peur
M	Du tout, franchement les entretiens avec tout ce qu'on fait en colle à chaque fois, c'est quasiment des entretiens à chaque fois, que ce soit, à part les mathématiques peut-être où il y a pas un vrai entretien,

I	Dans les autres matières vous faites des colles individuelles ?
M	Oui c'est, on est jamais au tableau, c'est individuel pour les langues on est devant le colleur, pour management on fait d'un côté des exercices on est tous ensemble dans la classe, et après on passe devant le colleur soit on est tout seul ou à deux, mais c'est toujours comme ça. Sauf en mathématiques où c'est franchement petit à petit qu'on fait des exercices, il regarde où on en est, il corrige les exercices. Franchement les colles et les entretiens c'est pas ça qui fait très peur, on est habitué maintenant en fait. Peut être la première journée où on a fait les colles on était stressé parce qu'on ne savait pas ce qui allait se passer, mais maintenant ça ne fait plus rien.
I	Bien. Merci et bon courage

Annexe 14 : Réponses des colleurs par mail

Questions (cf. Annexe 6):

1. Comment se déroulent les colles avec vous? (organisation d'une colle, travail des élèves, temps de recherche, écrit/oral...)
2. Selon vous, qu'apporte le dispositif des colles aux étudiants?
3. Qu'est qui vous fait dire qu'une colle a été enrichissante/réussie? Si vous avez le souvenir d'une colle "très satisfaisante", expliquez ce qui vous pousse à penser ainsi.
4. Que cherchez-vous à faire en temps que professeurs/colleurs à travers vos interventions pendant les colles (vos objectifs)? Quel apport aux élèves?

Réponse D.Y. (lycée K)

1/ Trois élèves, au tableau en parallèle pendant une heure, répondent à une question de cours puis font un exercice à l'écrit. L'oral n'intervient que dans un deuxième temps pour l'aide, la validation, ou des informations complémentaires.

2/ C'est pour les élèves l'occasion (sans pouvoir s'y soustraire) de faire le point sur leurs connaissances et savoir faire. Ils peuvent bénéficier d'une deuxième explication de certains points du cours et parfois d'un autre point de vue que celui développé en classe.

3/ Que la note soit bonne ou mauvaise, je suis satisfait si l'élève me déclare avoir mieux compris un point précis grâce au moment qu'il vient de passer avec moi.

4/Prendre le temps, si possible, de montrer qu'on peut avoir du plaisir à faire des mathématiques.

Réponse F.J. (lycée D)

1. Ils ont des démonstrations courtes de cours à apprendre pour le début de colle (15 à 20min).

Ensuite, je prévois un exercice qui commence par une question proche du cours. Selon la connaissance du cours je continue l'exercice ou je donne des exemples proches du cours pour reprendre celui-ci et m'assurer qu'il est compris.

Le plus difficile est de me "partager" de façon équitables entre les étudiants. Si un étudiant avance sans mal je surveille uniquement son travail et me consacre plus aux autres.

Tant qu'un étudiant écrit au tableau je le laisse tranquille et me consacre aux 2 autres (ils sont rarement tous les trois en train d'écrire en même temps).

2. L'obligation de travailler le cours. Souvent, ils pensent le connaître le cours, mais ils réalisent pendant la colle qu'ils ne connaissent pas les hypothèses d'un théorème, voire ont oublié le théorème.

3. Trois cas me viennent à l'esprit :

- l'étudiant gagne en confiance car il a réussi à faire l'exercice avec une aide minimale.
- l'étudiant a bien compris les théorèmes du cours (importance des hypothèses) ce qui n'était pas le cas en début de colle
- un bon étudiant qui a été obligé de se concentrer pendant 45 min (ce qu'il n'avait pas l'habitude de faire)

Il m'arrive de demander aux étudiants leur cours pour leur montrer le théorème et leur faire souligner les hypothèses.

4. Il faut que l'étudiant n'ait pas peur de se tromper : j'essaie donc de le mettre en confiance.

Je m'arrange toujours pour donner un début assez simple pour que l'étudiant trouve de lui-même la solution : certains se disent clairement "il finira par me donner la solution".

Un petit bilan en fin de colle permet de mettre en avant les progrès par rapport aux colles précédentes, les points bien acquis dans le cours, les questions de l'exercice bien traitées.

Annexe 15 : Verbatim des entretiens avec les professeurs

Entretien L.D.

1	I	Donc le principe c'est que j'ai préparé une liste avec justement les questionnements que j'ai développés à partir des résultats de l'analyse du questionnaire étudiant, et donc je vais essayer, je ne sais pas si je pourrai tout parcourir parce qu'il y a plein de questions, mais au moins je vais essayer de poser les principales questions et après si on a le temps je refais un bilan des questions qui restent.
2	L.D.	D'accord
3	I	Et j'ai organisé les questions de la même manière que j'ai organisé l'analyse de mon questionnaire, donc avec des thèmes, ce qui était plus ou moins ce qu'on retrouvait dans l'ordre des questions, tu l'avais vu le questionnaire
4	L.D.	Oui oui oui
5	I	mais j'ai du réaménager des choses pour l'analyse
6	L.D.	Et alors attends juste dis moi, il faut répondre pour quelle année ? parce que c'est quand même différent les élèves tout ça
7	I	Alors oui au fait il faut répondre pour les étudiants en première année, et puis je vais te poser des questions particulières des fois pour comparer les deux promotions que tu as eues
8	L.D.	Donc plutôt l'année dernière, enfin je réfléchis en fonction de l'année d'avant
9	I	Voilà, mais comme tu les connais très bien cette année aussi
10	L.D.	Oui oui t'inquiète
11	I	Justement parce qu'il y a des questions particulièrement pour cette promo 2012-2013. Alors je vais te donner aussi les diagrammes, comme ça tu les as sous les yeux, ils sont plus ou moins dans l'ordre des thèmes, je ne les ai pas agrafés comme ça c'est plus simple, ce sont les réponses au questionnaire. Alors il y a les autres lycées, ce n'est pas pour que tu regardes mais comme ça au cas où. Alors ce qu'il y a en fait à chaque fois, toi tu es là donc c'est K [montre du doigt les diagrammes imprimés et explique] et donc il y a début d'année/ fin d'année 11-12/12-13. Tu vois donc comment ça évolue, par exemple si je dis il y a un truc qui augmente ou un truc qui baisse. Tu n'as pas besoin de regarder ça [montre les diagrammes des autres lycées] mais je les ai gardés quand même
12	L.D.	Oui oui d'accord je comprends
13	I	Voilà donc en principe ils sont dans l'ordre des thèmes, mais après voilà tu n'a pas besoin de tout regarder mais ça peut être utile
14	L.D.	Tu sais ce que je vais faire ? je vais me remémorer précisément des listes des élèves là [cherche les listes dans son sac]
15	I	Ah oui c'est bien. Donc en fait tu n'as pas besoin, c'est que juste pour certains résultats c'est peut-être plus simple de l'avoir visuellement parce que je vais te dire il y a un pourcentage ou telle valeur...

16	L.D.	Eh ben dis donc tu as fais tout ça ? Tiens ça je me souviens c'était dans ton questionnaire.
17	I	Oui ce sont les mêmes items mais que j'ai réarrangés. Donc je vais suivre l'ordre des thèmes comme ça et ensuite, comme ça tu les as au moins dans le même ordre. Je pense que je n'ai pas mélangé les trucs mais je te dirai. Donc mon premier thème c'est tout ce qui concerne la collaboration entre les étudiants. Alors ce que je vais essayer de faire dans mes questions c'est de mettre l'accent sur tout ce qui est dispositif, c'est-à-dire tout ce que tu fais comme action ou même comme discours pour faire faire aux étudiants ou pour guider les étudiants dans certaines actions, et je vais essayer d'éviter de te poser des questions sur des opinions. Ça ne veut pas dire qu'on ne peut pas en discuter, mais
18	L.D.	Oui tu veux que ce soit factuel.
19	I	Voilà. Le but de ce que je fais c'est de voir vraiment qu'est-ce que tu fais en tant que prof ou qu'est-ce que tu dis qui encourage ou qui oriente les étudiants vers certaines choses
20	L.D.	Oui d'accord.
21	I	Donc premier thème, la collaboration entre les étudiants, donc voilà on en a vite parlé tout-à-l'heure [fais référence à la conversation informelle qui a eu lieu avant de s'installer pour l'entretien] mais donc qu'est-ce que tu penses que, quel rôle joue le groupe classe dans une prépa ?
22	L.D.	Euhh alors il joue un rôle surtout je trouve au niveau des éléments qui sont en tête de classe, qui arrivent par leur volonté de bien faire à donner un exemple à ceux qui suivent. Après il y a aussi, quand ils répondent aux questions par exemple, à partir du moment où il y a 2-3 élèves qui commencent à répondre aux questions c'est plus facile d'avoir une réponse de l'ensemble de la classe. Si la classe est mutique, il faut toujours qu'il y en ait qui montrent un peu un exemple positif.
23	I	D'accord. Et est-ce que tu as l'impression qu'il y a un groupe qui travaille ensemble dans tes classes ? Est-ce que tu as eu cette impression ?
24	L.D.	Non c'est pas UN groupe c'est plutôt je dirai des petits binômes ou des petits trinômes, voilà.
25	I	Et donc tu n'as pas l'impression qu'il y a UNE classe qui fait UN bloc...
26	L.D.	Pas ces deux dernières années
27	I	D'accord. Et si ce n'est pas en termes de travail, c'est-à-dire si c'est en termes de moral, de coopération... Je vais te lire la formulation de la question peut-être ça va t'aider : ce qu'on a trouvé en moyenne que ce soit dans ton établissement ou dans les autres c'est que 80% des élèves affirment être plutôt ou totalement d'accord avec le fait que « L'entraide avec mes camarades de classe est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel ».
28	L.D.	Ah oui d'accord.
29	I	Donc est-ce que tu fais quelque chose qui fait qu'il y ait cette solidarité, est-ce que tu la perçois ?
30	L.D.	Ben moi ce que je fais c'est qu'en TD comme j'interviens pas du tout, c'est pas moi qui fait l'exercice, qu'ils les font par petits groupes, normalement ils

	se regroupent d'eux même mais si ils sont mal groupés des fois je réaménage les placements, tu vois ? Parce que je ne veux pas que ce soit par exemple un trop fort avec un trop faible. Donc des fois ça m'est arrivé de réaménager pour que ce soit des élèves de niveaux équivalents qui travaillent ensemble en TD. Donc après je ne sais pas s'ils gardent ce fonctionnement après le cours. Mais je trouve que ça c'est mieux parce qu'il y a plus de discussions sur les thèmes ensemble
I	Du même niveau, ils travaillent les moyens ensemble les bons ensemble
L.D.	Voilà. Mais normalement je vais pas les guider, ils se mettent d'eux même souvent dans le courant de l'année.
I	D'accord. Et est-ce que tu sens qu'il y a une solidarité qui naît entre les étudiants de la classe même s'ils ne travaillent pas nécessairement ensemble ?
L.D.	Oui oui alors je ne sais pas si elle naît ou si elle est déjà existante parce que je trouve que j'ai des élèves quand même très ouverts et très sociables, enfin je ne sais pas très ouverts d'esprit, donc j'ai l'impression que même sans mon intervention ils pourraient aussi s'entraider. Après c'est vrai que moi-même j'incite à ce qu'ils se réexpliquent le cours, ou par exemple quand il y a des fautes récurrentes je demande à un élève qui a compris d'expliquer lui-même. Mais je ne sais pas si c'est ça qui fait une entraide.
I	Et qu'est-ce qui pourrait le faire? Quels autres dispositifs pourraient faire une entraide ?
L.D.	À part les TD, ils savent que pour les devoirs je les, comment dire, je les pénalise pas s'ils ont des copies proches ou des choses comme ça, pour moi c'est pas un critère. Il peuvent avoir fait le devoir, il doivent chacun me rendre une copie, mais c'est pas grave si ça ressemble
I	S'ils l'ont fait ensemble
L.D.	Voilà, au contraire, ils savent que je serai plutôt d'accord et motivée pour qu'ils cherchent ensemble le devoir maison.
I	Donc tu l'encourages ?
L.D.	Voilà. Oui mais ben pas
I	Oui dans ta façon de le
L.D.	Oui mais j'ai pas un dispositif particulier pour qu'il y ait de l'entraide spécifique. Après l'histoire des groupes de colles aussi, comme ils sont souvent par 3 à attendre lors de la colle etc. je pense que ça aussi ça doit pouvoir inciter les discussions par petits groupes.
I	Très bien, je garde ça [en montrant les diagrammes des items concernant la collaboration] et on reviendra dessus tout à l'heure au cas où pour les détails de discussions. Bon le deuxième thème concerne les difficultés des étudiants. Donc si tu as besoin [en montrant les diagrammes] c'est sur deux pages, il y a une partie ici et l'autre sur la page d'après. Donc il y a différentes difficultés, des difficultés en classe et des difficultés de travail chez soi ou à l'extérieur pour la préparation. Donc là [montre le diagramme en question] par exemple, sur les deux promos, on a 13% seulement des élèves qui considèrent en fin d'année qu'il y a trop d'interrogations et qu'ils n'ont pas le temps de se préparer comme il le faut.

		Alors ce qui est remarquable c'est que c'est nettement inférieur à ce qu'on voit dans les deux autres établissements. Alors est-ce qu'il y a des raisons pour ça ? Est-ce qu'il y a des dispositifs? est-ce que c'est le planning particulier des interrogations ?
	L.D.	Euh alors j'ai plusieurs explications mais elles sont un peu pessimistes. Il y en a une c'est que j'ai l'impression qu'ils pensent que l'entraînement est primordial avant tout. Donc ils aiment ils aiment ils aiment avoir plein plein plein de DS etc. Et parfois je trouve qu'ils aiment un peu trop qu'ils feraient mieux de relire leur cours, enfin pas relire mais d'approfondir le cours. Il n'y a pas que l'entraînement! Il y a certains élèves qui aimeraient avoir fait plein plein d'annales. Ça c'est un défaut que je retrouve cette année.
	I	D'accord. Et l'année dernière c'était pareil ? C'est-à-dire la promo d'avant ?
	L.D.	Euhhh ça m'a moins marqué mais je ne sais plus
	I	D'accord.
	L.D.	Et ensuite, donc en pessimiste aussi, ben c'était quoi... [silence quelques secondes] Bon sinon je fais beaucoup de petites choses hein, peut-être que ça ça aide. Le nombre ça les effraie pas parce qu'il y a énormément d'interrogations qui sont toutes petites. Par exemple les interrogations qu'ils adorent c'est les interrogations sur la correction du DS, c'est juste une ou deux questions donc ça ne doit pas trop les fatiguer.
	I	C'est quand tu leur demande de refaire un passage du DS ?
	L.D.	Oui voilà c'est ça. Je pense que peut-être c'est ça aussi, la longueur de l'exercice fait qu'en soi il n'est pas pénible.
	I	OK. Bon alors autre chose sur les questions aux profs, donc voilà ça doit être ici [montre le diagramme correspondant]
	L.D.	"Si je ne comprends pas je pose une question..." c'est ça ?
	I	Oui. Donc on trouve que le pourcentage d'élèves qui posent une question au prof, donc toi, quand ils ne comprennent pas, ça baisse par rapport à la Terminale. Alors c'est pas juste chez toi c'est partout. Mais donc est-ce que tu peux attribuer cela à quelque chose ? est-ce qu'il y a un dispositif qui favorise ou au contraire qui décourage les questions ?
	L.D.	Ben peut-être que c'est, les cours sont tellement chargés et tellement rapides pour eux qu'il doit y avoir tellement de questions que du coup peut-être ils en posent moins, parce que de toute façon après ils s'habituent à ne plus comprendre, ce qui est un peu pessimiste mais... alors qu'en terminale ils devaient être plutôt à l'aise, et quand ils ne comprenaient pas c'était plutôt l'exception, alors à ce moment là ils, peut-être hein.
	I	Donc ça c'est peut-être en rapport avec le rythme du cours qui semble de plus en plus rapide ce qui est normal. Bon justement pour le cours qui est rapide, ils ne sont pas nombreux, pas très nombreux, on a 34%, mais on a quand même une différence entre 11-12 et 12-13, entre les deux promotions. Ça c'est d'une part. Et en même temps si je relis ça ou si on essaye de relier ça à la distraction ce qu'on voit c'est que la promotion 11-12, donc celle d'avant, il y a une baisse remarquable par rapport à la distraction. Et là donc ils sont vraiment moins distraits que partout ailleurs.
	L.D.	Ben ça alors [rires]

I	C'est ce qu'ils disent
L.D.	Non non alors déjà d'année en année, mais vraiment d'année en année, je vais toujours de plus en plus lentement. Voilà, c'est pas forcément le rythme de parole etc. c'est juste que j'essaye d'aménager pour qu'ils aient moins à copier et que le temps d'explication il soit toujours plus grand. Donc en gros je tape de plus en plus de choses, on regarde de plus en plus de choses au vidéoprojecteur, du coup ça ralentit, enfin ça donne plus d'explication sur le temps de cours, donc j'espère qu'à force ils comprendront mieux, et la distraction
I	Mais bon parce que là ils sont plus nombreux à trouver le rythme du cours rapide, mais ils sont moins nombreux à être distraits, donc est-ce que c'est en rapport ?
L.D.	Ben peut-être, non je ne sais pas, ils ont peur de décrocher ou ils ont
I	C'est juste en regardant la différence entre les deux promotions mais c'est pas la seule, tu vois c'est juste un questionnement, je me dis comment j'explique ça
L.D.	Surtout bon là c'était pas des gens spécialement distraits
I	La promo d'avant ?
L.D.	Non non celle-ci [2012-2013], enfin ils ne sont pas spécialement distraits. Bon après je deviens aussi plus sévère, du coup ça ne va pas... Je ne sais pas
I	Non mais c'est pas grave, je sais qu'on ne va pas pouvoir répondre à tout mais c'est juste peut-être des choses... Bon le troisième thème c'est tout ce qui concerne la prise de note.
L.D.	Ah d'accord ça c'est intéressant.
I	Et donc on va reparler du polycopié comme je sais que tu en as un. Bon j'ai de petites questions, je sais qu'il y a des choses qu'on a déjà évoquées mais bon maintenant c'est sur enregistrement. Donc la première question pour moi c'est quel est le rapport qu'il y a entre le texte que tu distribues dans les polycopiés et le contenu de ce que tu fais au tableau ou ce que tu exposes en cours ?
L.D.	Bon alors les grandes lignes c'est les définitions et les propriétés elles sont toutes marquées dans le polycopié et ils lisent, c'est un élève qui les lit tout le temps, c'est tout le temps comme ça
I	Un élève qui les lit en classe ?
L.D.	Voilà on les lit tout haut et je ne les réécris plus au tableau, c'est terminé cette époque-là.
I	Et c'est depuis les deux promos
L.D.	Ça fait déjà 3 ans oui oui oui. Mais par contre, toujours ce qui est immuable c'est que les exercices eux ils sont jamais corrigés dans le polycopié, même les exercices du cours, et là on fait toujours l'exercice ensemble. Et maintenant entre les deux ce qui change selon les démonstrations c'est qu'il y a des démonstrations qui sont tapées et qu'on commente, et il y a des démonstrations qu'ils prennent en note. Mais même quand elles sont tapées ils veulent quand même copier, parce que c'est la démonstration tout ça et on va plus lentement, voilà.

I	Donc ce qui implique qu'ils vont peut-être tout le temps prendre note ? Même s'il y a des choses qui sont dans le poly. Mais les définitions tu ne les écris pas au tableau donc c'est impossible de les recopier
L.D.	Non les définitions et les propriétés normalement ils ont pas le temps de les copier.
I	Bon alors en parlant de ça, j'ai une question par rapport au document que tu donnes, notamment j'ai vu ça dans le document des matrices que tu m'as envoyé au début, mais je pense qu'il est dans les autres documents aussi [cherche dans ses papiers] je vais le trouver. Tu fais un, des points sur la première page du document que tu m'as donné, le voilà [en montrant la liste en 16 points]
L.D.	Ah oui alors ça je fais toujours
I	Mais on ne dirait pas que c'est le plan du cours.
L.D.	Ah non ! C'est ce qu'ils doivent, en fait ils sont censés, la méthode que je leur conseille pour apprendre leur cours c'est de fermer leur cours et de répondre à ces, enfin de savoir ce qu'ils, comment dire, de se mettre au clair dans leur tête sur tous ces points-là. Donc par exemple qu'est-ce qu'ils connaissent, bon là c'est beaucoup de règles mais ça peut être des questions plus ouvertes. Bon par exemple, attend j'en cherche, bon pour les matrices inversibles qu'est-ce qu'ils savent pour une matrice diagonale triangulaire carrée d'ordre 2. Donc ils devraient réciter dans leur tête ou sur papier ce qu'ils savent sur ce thème-là
I	Réciter donc les formules, les définitions, les propriétés, tout ce qu'ils peuvent savoir
L.D.	Voilà, c'est ça, c'est ce qu'ils devraient faire avant les colles, ils parcourent les points qui sont marqués là, et normalement ils doivent savoir le restituer cahier fermé. Soit c'est des démonstrations qu'il faut savoir refaire, soit c'est juste connaître son cours et le réciter.
I	D'accord. Et quand tu dis « ficher les questions classiques » ? on va reparler des fiches mais juste ici
L.D.	Eh ben ça c'est, j'essaye de leur dire quand il y a des méthodes, ils font un point normalement dans la marge ou un attention, et après ils doivent se faire, ils devraient se faire un cahier avec ces exercices-types pour les relire avant le DS, enfin pour les revoir avant le DS. Mais en fait en réalité je ne sais pas trop s'ils le font.
I	Bon on va reparler de tout ce qui était fiches, mais donc c'était juste ça. Donc ce n'est pas le plan du cours, ce sont donc tes objectifs
L.D.	Oui c'est ça. Pour les colles qu'est-ce qu'il faudrait savoir pour aller en colle.
I	Et ce n'est pas la même chose que pour le DS?
L.D.	Ben en DS, j'aimerais mieux que pour le DS ils se focalisent justement sur les petits cahiers d'exercices typiques.
I	Bon on va en parler en détail aussi. Je vais quand même poser ces deux questions même si c'était pour la deuxième phase. Donc est-ce que tu fais beaucoup de commentaires à l'oral, puisqu'on en parle là, par rapport au cours parce qu'on est toujours dans le poly ? sur quoi ? et est-ce que tu prends des dispositions particulières pour que les élèves les prennent en

	notes ?
L.D.	Ah ben oui je leur dis ça vous marquez, attention, vous le mettez en majuscule, en fluo... ah oui oui j'insiste lourdement
I	Tu n'écris pas au tableau les choses
L.D.	Ah tu veux dire oralement?
I	Non, c'est oralement que tu leur dis ça
L.D.	Oui, mais par contre tout tout ce que j'explique je le note. Mais donc si ta question c'est
I	Donc tu notes ça ? Tu notes "astuces" ? tu notes les points d'interrogations ?
L.D.	Non ça je le dis oralement. Mais tout ce qui est mathématique c'est sur le tableau. Je ne fais jamais oralement un commentaire
I	Oui bien sur sauf si c'est dans le poly
L.D.	Oui voilà
I	Bon je vais te montrer quelque chose comme ça aussi c'est plus simple. Ça c'est donc pour la prise de notes [montre le diagramme en question]. Alors si je pose cette question c'est parce que quand on regarde les deux classes on voit que la promotion 11-12 ils prennent moins de notes à partir de ce que tu dis à l'oral. Mais par contre ils prennent beaucoup de notes par rapport à ce que tu écris au tableau, ils copient tout.
L.D.	Oui elles sont différentes
I	Donc encore une fois, là c'est peut-être une comparaison de promos, mais est-ce que tu aurais une hypothèse, une explication, pourquoi ils prennent moins de notes à partir de ce que tu dis à l'oral ?
L.D.	Oui eh ben, parce que la deuxième promo [11-12] sa caractéristique c'est qu'elle est beaucoup plus confiante, enfin elle est c'est ce que je te disais tout à l'heure, elle [promo 12-13] est presque naïve, enfin comment dire, ils sont très très très demandeurs de conseils, d'avis, ah mais c'est vraiment flagrant. Alors ça ne veut pas dire qu'ils soient immatures, ce n'est pas vraiment ce que je veux dire. C'est vraiment l'attitude face aux conseils, ah vite vite ils vont marquer ce qu'il faut faire, ils vont essayer de, voilà, ils sont très... dans ce sens-là. Alors que la promo d'avant était déjà, était une promo un peu plus "étudiants", qui prend la distance etc. vraiment au niveau des caractères
I	Donc toi tu interprètes ça comme ça
L.D.	Oui c'est mon avis
I	Donc ils n'écrivent pas tout ce que tu dis à l'oral, ils sont sélectifs c'est ça ? ils sélectionnent plus ?
L.D.	Oui ou alors ils sont un peu dans le mode étudiant donc ils observent, enfin étudiant dans le sens plus âgé, alors ils ne vont pas tout copier quand même ça fait un peu bébé
I	D'accord. C'est intéressant je n'aurai jamais pensé à ça. Bon alors si on regarde l'ajout des commentaires personnels, donc on a plus de la moitié qui disent qu'ils ajoutent des signes ou des commentaires personnels sur le cours, donc je suppose que c'est en partie parce que tu leur dis mettez des points d'interrogation, mettez en fluo, et donc on a encore une fois la promotion 12-13 qui se distingue aussi qui en met beaucoup plus que l'autre,

	donc
L.D.	Oui ben ça va dans le même sens je pense
I	D'accord, parce qu'ils en mettent, après je ne sais pas
L.D.	Oui c'est à-peu-près la même chose
I	Après là ça dépend est-ce que c'est vraiment eux, est-ce qu'ils ont pris l'habitude de vraiment noter des trucs ou est-ce que c'est toi
L.D.	Ça s'est déclenché... oui oui j'insiste beaucoup j'insiste beaucoup
I	D'accord. Si on parle du quatrième thème vite-fait sur l'organisation du travail et des révisions, donc tu en as parlé tout à l'heure de la fiche, donc c'est ici [montre diagrammes]. Donc, selon toi, quelle est la meilleure façon d'organiser, l'organisation temporelle du travail personnel en math ? Alors il y a deux choses,
L.D.	Ce que je leur dis ?
I	Oui ce que tu leur dis ou comment tu contrôles aussi. Alors il y d'une part le travail ordinaire, et d'autre part pour les DS particulièrement, donc
L.D.	Alors pour le travail ordinaire, le rêve ce serait qu'ils sachent le cours de la veille pour le lendemain toujours toujours toujours, mais ça j'ai pas du, enfin j'arrive pas à prendre le rythme parce que ça voudrait dire que s'il faut le vérifier il faudrait réserver 5-10 minutes en début de séance à chaque fois, et j'ai jamais réussi, enfin je l'ai jamais fais quoi. Je l'ai jamais fais parce que
I	Mais tu le dis ? Tu leur dis ça dès le début ?
L.D.	Oui oui je leur dis
I	Et tu continues à leur dire ?
L.D.	Ah mais au bout d'un moment je perds pied parce que je sais qu'ils en sont loin. Ils travaillent, au mieux déjà s'ils pouvaient travailler de manière hebdomadaire ce serait très bien, donc c'est ça que j'ai visé pour la première année ; en posant des courtes interrogations de cours assez rapprochées. Donc c'est pareil on n'arrive pas à tenir le rythme de une fois par semaine mais dans l'idéal au début de la première année c'est vraiment un minimum qu'il faudrait quoi.
I	Une fois par semaine c'est quoi ? c'est une heure de maths pendant le weekend ? trois heures quatre heures ?
L.D.	Ah non moi je parlais de l'interrogation, elle devra. Oui non le temps que je leur, ce que je leur explique c'est qu'en prépa nous on nous disait de travailler autant d'heures de cours que d'heures en présence, que je trouve que c'est la règle qu'il faudrait, que je suis consciente que c'est pas tout à fait ce qu'il font, même pas du tout
I	Ok. Mais ça c'est pour les maths ou pour toutes les matières ?
L.D.	Non pour les maths. Enfin et après pour un TD, un TD c'est pas la peine de repasser 2 heures s'ils ont déjà bien cherché ça va être plus rapide. Mais sur un cours vraiment tout nouveau tout récent comme d'algèbre par exemple où il y a plein de notions, c'est tellement dense que je ne vois pas comment on pourrait faire autrement. Mais après je leur dis surtout enfin d'essayer de profiter du weekend où ils sont moins fatigués pour s'y mettre, et d'essayer d'instaurer une habitude de

		travail le weekend parce qu'il y en a beaucoup qui n'en n'ont pas. Et ensuite ben pour les DS etc. en fait il faut que ça, il faut que cette partie là, donc je ne les surenchéris pas. Eux ils travaillent pour le DS voilà, donc je leur remets pas une couche en disant c'est le DS vous allez bien travailler. Je préfère insister justement en période calme où il n'y a pas de DS où là j'essaye de mettre un peu plus de pression
I		Et tu as l'impression qu'ils travaillent plus que pour le DS ou ils travaillent plus régulièrement dans les périodes habituelles ?
L.D.		Non ils ne travaillent pas régulièrement mais c'est ce qu'on essaye de leur donner comme habitude
I		Et les colles, ça n'impose pas un certain rythme de travail, ou pas vraiment ?
L.D.		Ben si quand même je l'espère, j'espère que ça impose un rythme mais il est toutes les 2 semaines, donc au rythme où on va 2 semaines
I		Donc il faut quand même quelque chose toutes les semaines
L.D.		Oui voilà c'est ça
I		Si je demande cela c'est parce qu'il avait des questions sur quand est-ce qu'ils se mettent à préparer le DS d'une part, et comment est-ce qu'ils travaillent habituellement. On voit quand même qu'ils travaillent assez régulièrement [en regardant les diagrammes]. Alors là par contre on voit la première promotion [11-12] qui travaille encore plus régulièrement que la deuxième promotion [12-13], un peu plus
L.D.		Oui d'accord quand même plus, c'est marrant
I		Et un peu plus pour la veille des DS mais il n'y a pas beaucoup de différence
L.D.		Oui oui d'accord. C'est marrant parce que c'est le contraire de ce que je te disais pour le fait qu'ils suivent les conseils quoi... oui c'est marrant
I		Est-ce que tu les encourages à faire un plan de travail ? ou pas vraiment ?
L.D.		Non parce que je ne saurais pas trop quoi leur dire, non non j'ai jamais encouragé mais peut-être qu'il faudrait
I		Est-ce que tu penses qu'ils le font ?
L.D.		Non non je ne pense pas. Après ce qu'ils me disent parfois c'est que les choses qui reviennent la semaine, enfin quand ils ont un trou de deux heures par exemple tous les jeudis matins finalement c'est bénéfique parce qu'ils savent que ces deux heures-là ils se sont organisés de telle manière pour les remplir, voilà. Mais tout ce qui me...
I		Bon je passe au thème 5, ce que j'ai appelé le travail qui se fait entre deux cours, d'une séance à l'autre, 2-3 jours après pas nécessairement le lendemain. Mais là avant j'ai une question entre parenthèses : qu'est-ce que tu dirais qu'est le ratio cours/exercices dans ton cours normal ?
L.D.		Ah le temps ? oui 50-50
I		Dans une séance normale, pas dans les TD
L.D.		Oui 50-50
I		Tu veux dire pour eux ou pour toi ? dans ton cours
L.D.		Oui dans le cours j'essaye qu'il y ait 50% du temps sur quelque chose de théorique et l'autre 50% du temps soit un exercice qui est dans le cours hein, mais qui soit quand même pratique, parce que au-delà de ce taux-là

I	Est-ce que les démonstrations ça fait partie de ça ?
L.D.	Non les démonstrations ça c'est ce que je compte comme théorie
I	D'accord, donc c'est les démonstrations des théorèmes et du cours, des propriétés, c'est pas des démonstrations d'exercices
L.D.	Oui c'est ça
I	Bon, là c'est vraiment quelque chose de particulier qu'on voit chez toi, alors ça c'est sur le cours, bon si tu veux regarder les deux [montre les diagrammes], donc en fait ce qu'on va surtout regarder c'est ça [montre les diagrammes pour l'item j'apprends le cours..] et ça [montre les diagrammes pour l'item je cherche les exercices...]. Je vais te lire la question comme je l'ai formulée juste pour que ça soit clair : ce qu'on voit dans les autres classes, donc pas chez toi, c'est que le pourcentage d'élèves qui cherchent les exercices d'une fois sur l'autre est faible, très faible. Tu vois on est entre 38% et 25 %, et c'est à la baisse par rapport à la Terminale. Par contre ce qu'on voit dans tes classes, c'est qu'ils semblent favoriser la recherche des exercices surtout la promo 12-13
L.D.	Eh oui bien sûr ! Eh ben parce qu'en fait j'essaye qu'à la maison ils aient jamais, ils aient que des choses vraiment très à leur portée, donc c'est plus l'entraînement de type calculs ou l'entraînement vraiment où ils ont pas besoin d'avoir de l'idée, de la conjecture, tout ce qui les rebutent en fait. Tout ce qui est exercice difficile et qui les ferait abandonner je le garde pour le TD.
I	Mais ils le cherchent quand même alors que les autres on a l'impression qu'ils sont moins nombreux à chercher. Est-ce que tu contrôle le fait qu'ils cherchent les exercices ?
L.D.	Ah ben oui, ils vont au tableau, ou ils, ah oui oui oui je contrôle ! ou justement 11-12 je leur ramassais chaque semaine un exercice, en fait ils devaient le préparer sur une feuille qui était pas le cahier, et je ramassais, alors au début je ramassais puis des fois je ramassais je ramassais pas, enfin ils savaient pas
I	Tu ramassais au hasard ?
L.D.	Non je ramasse tout le monde ou personne. Mais c'était pour leur donner un peu de pression.
I	Ce n'est pas pour les DM ?
L.D.	Non non parce qu'en fait c'est très court. Les DM en fait, ce que j'appelle DM pour moi ça doit être un problème de concours, ou cette longueur-là. Alors que ça c'est par exemple une petite, enfin trois sommes de séries à calculer, ou
I	D'accord, de petites choses que tu donnes en fin de cours et tu leur dis faites-ça pour demain ?
L.D.	Oui ou un exercice de la feuille mais c'est petit quoi. C'est une petite ambition
I	Et donc tu contrôlais soit en récupérant les copies, tu le faisais plus avec la promo 12-13 ? en première année je veux dire
L.D.	Ben en fait comme j'avais eu l'impression qu'ils suivaient mes conseils et qu'ils cherchaient les exercices je le ramassais moins. Mais c'est vrai que...

I	Et tu les envoies aussi au tableau ?
L.D.	Oui je les envoies au tableau. Et alors quand c'est des petits exercices, par exemple, en fait c'est souvent des calculs ces exercices-là, donc si c'est des intégrales il y en a 6 à calculer, ils vont au tableau 3 par 3, chacun fait un et hop ça roule quoi.
I	Et tu les notes quand ils vont au tableau ? ou c'est juste un passage ?
L.D.	Non non ils ne sont jamais notés. Par contre je leur, enfin j'y accorde beaucoup d'importance alors je ne sais pas si à leurs yeux ça en a
I	Et donc la différence entre les deux promotions. Pourquoi ceux de cette année donc de 12-13
L.D.	Ben parce que j'avais, quand j'ai l'impression que ça suit et qu'ils cherchent les exercices, ça c'est une manière de les flicker de ramasser
I	Non mais je veux dire à ton avis pourquoi est-ce que eux ils sont tellement nombreux, on est presque à 80%, de ceux qui font, qui cherchent les exercices. Ils sont encore plus nombreux que ceux d'avant, donc déjà c'est très différent des autres lycées mais
L.D.	Oui oui, non ben je ne sais pas, mais parce que c'est toujours cette histoire, ils croient que l'entraînement, ils ont vraiment une notion de la réussite du cours de maths qui est le contraire de ce qui est abstrait. C'est-à-dire si on faisait 20 fois le même exercice et qu'ils le retrouvaient au concours ce serait leur rêve. Mais même si le 21ème exercice qui est semblable mais pas le même ils ne savent pas le faire. Tu comprends ? ils ont une idée de l'entraînement, ça rejoint l'idée de l'entraînement. Ils ont une idée de l'entraînement qu'on se prépare en faisant des exercices voilà.
I	Et la promo d'avant c'était pas tellement marqué ça ? ou pas du tout ?
L.D.	Non [rire] parce qu'ils sont un peu plus détachés. La promo d'avant ils sont plus adultes, plus critiques je pense envers ce qu'on leur dit. Pas forcément plus travailleurs mais
I	C'est impressionnant parce que, je t'en parlerai, mais je pense que moi j'étais complètement dans une autre interprétation
L.D.	Ah ben oui, il faudrait que tu me dises
I	Mais moi je ne connais pas les étudiants donc
L.D.	Mais peut-être que c'est vrai aussi, parce que peut-être je me cache
I	Je vais y revenir, je pense que j'ai mis d'autres exemples. L'autre chose c'est que donc eux ils font plus d'exercices, donc tes élèves on va dire les deux promotions, ils sont beaucoup plus nombreux à chercher les exercices entre deux cours, mais par contre il y en a moins qui apprennent le cours
L.D.	Ben oui ! c'est ça qui les, c'est ça qui fait qu'ils ne peuvent pas réussir à des parisiennes, à des choses comme ça. Parce que dès que ça va devenir un petit peu abstrait ils vont plus y arriver. Si dès la première ligne on leur présente une nouvelle définition, une nouvelle propriété qu'il va falloir l'appliquer pendant quatre heures, et ben ils ne seront pas entraînés à ça
I	D'accord. Donc ils ne sont pas cours, ils sont plus
L.D.	Exercices, oui c'est sûr.

I	Bon, alors par rapport aux points non compris, je pense que c'est juste la page d'avant [cherche la page de l'histogramme correspondant], voilà, le fait de revenir sur les points non compris. Donc il y a un peu plus de la moitié qui ne reviennent pas régulièrement sur les points non-compris en classe, on a dit qu'ils ne relisent pas non plus le cours en entier, ils ne sont vraiment pas nombreux ceux qui relisent le cours en entier, et il y a quand même la moitié de la classe qui ne revient pas sur les points non-compris. À ton avis, pourquoi ?
L.D.	Ben ils n'ont pas le temps, parce que comme ils travaillent pas beaucoup, enfin pas suffisamment par rapport à l'exigence, ils ont peut-être pas le temps.
I	À ton avis ils notent, ils indiquent tout ce qu'ils n'ont pas compris pour qu'ils
L.D.	Il y en a qui le font parce qu'ils arrivent avec une liste de post-it sur les pages, ben justement quand ils préparent les colles, quand ils ont la colle avec quelqu'un qui les impressionne un peu ou ça je vois arriver la liste des post-it
I	Et c'est quoi, c'est pour poser des questions ?
L.D.	Oui oui c'est pour poser des questions, donc qu'ils n'ont pas compris ou
I	C'est avant la colle qu'ils viennent vers toi pour dire on n'a pas compris ?
L.D.	Oui oui c'est ça. Ou pour dire est-ce que c'est important.
I	Mais c'est pas d'une séance à l'autre ?
L.D.	Non non
I	Ils attendent avant les colles, ils reviennent sur le cours
L.D.	Oui c'est ça, plutôt sur une échelle de deux semaines, et encore, il faut que ce soit avec un colleur qui les impressionne suffisamment pour que
I	D'accord donc ce n'est pas avec tout le monde
L.D.	Pas tout le monde oui
I	Ça c'est intéressant. Bon donc on a parlé du cours, le fait d'apprendre le cours ou pas. Bon, je vais poser une question rapidement : est-ce que tu laisses des exercices qui sont inachevés que tu leur dis de terminer à la maison ?
L.D.	Euf non. Enfin si ça peut être inachevé parce que ça sonne, mais on termine toujours, enfin je vais jusqu'au bout de tout ce qu'on fait
I	Et donc tu ne leur dis pas de finir à la maison, tu continues la prochaine fois ? Si jamais il y a un exercice et que la cloche sonne ?
L.D.	Il n'y a pas vraiment de règles. S'ils peuvent continuer bah ils doivent continuer mais sinon tant pis on le fait le lendemain.
I	D'accord. Alors si je te le dis c'est parce qu'il y a une question, juste à côté [montre histogramme] on leur demande s'ils terminent les exercices non finis en classe. Donc à voir les taux, ils sont plus nombreux à le faire en 12-13, et ils sont beaucoup plus nombreux qu'ailleurs
L.D.	Ah oui dis-donc
I	Alors on se disait est-ce que c'est parce que tu n'en laisse pas trop ou est-ce que c'est parce que tu en laisses plus qu'ailleurs ? Ou est-ce que c'est parce que eux ils travaillent qu'ils cherchent à compléter

L.D.	Ah oui peut-être, je ne sais pas. C'est pas souvent quand même, ça n'arrive pas souvent [de laisser des exercices]
I	Bon thème 6, les ressources, donc ce que les étudiants ont comme ressources à leur disposition. Parmi ces ressources je vais parler des fiches, c'est pour cela je t'ai dit on va revenir sur les fiches. Donc est-ce que tu penses que faire des fiches c'est un mode de travail
L.D.	Là la question était posée au début c'est zéro ? [en montrant l'histogramme] ou c'est sur l'année?
I	Non au fait il n'y avait pas cette formulation de la question au début parce que comme j'ai reformulé entre le tout premier questionnaire, je n'ai pas pu la mettre parce que ce n'était pas exactement la même formulation
L.D.	Ah d'accord
I	Mais de toute façon comme je m'intéresse surtout à la fin de l'année, donc le deuxième bâton, c'est pas grave si je n'ai pas tout à fait le début.
L.D.	D'accord
I	Donc là est-ce que c'est intéressant ? Si oui qu'est-ce qu'ils mettraient dans les fiches ?
L.D.	Ben en fait je ne vois pas tellement ce qu'ils font, je ne demande pas à regarder ce qu'ils fichent etc...
I	D'accord. Est-ce que tu les encourages ?
L.D.	Ah oui je les encourage
I	Parce qu'on a vu le "ficher" [en montrant la liste en 16 points] donc c'est pour ça que
L.D.	Je les encourage. Donc en fait je leur donne des exercices, tu parles des fiches c'est ça ? des fiches que je donne en exercices ?
I	Non, les fiches que eux ils font.
L.D.	Ah bon
I	Donc est-ce que tu encourages les élèves à faire des fiches ?
L.D.	Oui je les encourage
I	Qu'est-ce que tu leur dis de mettre dedans s'ils en font ?
L.D.	Ben déjà je leur dis de mettre des exercices classiques, je leur dis de mettre... parce que pour le cours en fait je leur dis qu'en fait ils ont beaucoup de manuels tout faits de fiches, c'est des tout petits livres qui se vendent dans le commerce. Donc ils ont déjà ça
I	Il y a tout le cours résumé?
L.D.	Oui. Bon après c'est pas leur écriture, donc des fois ils peuvent se le réapproprier, voilà. Moi je leur dis de mettre, il y a des fiches qui doivent être temporaires, c'est quand ils font des erreurs, je leur dis vous faites toujours les mêmes erreurs, vous vous mettez cette fiche, vous la scotez devant votre porte et vous la relisez jusqu'à plus faire l'erreur, mais ça je ne sais pas s'ils suivent. Et sinon je leur demande de mettre des exercices classiques ou des raisonnements formateurs, enfin c'est pas forcément classique au sens où ça va retomber, c'est classique ou formateur si ça leur apprend quelque chose, je leur demande de le mettre sur un cahier, et ça je ne sais pas s'ils le font.

I	D'accord, parce qu'il y a la question « je fais des fiches » où on n'a rien précisé, et puis il y a la question « dans mes fiches j'insère des éléments qui viennent des exercices »
L.D.	Alors c'est ça qu'ils devraient, mes conseils ça serait plutôt ta deuxième rubrique.
I	Pour la première de toute façon c'est ouvert, c'est flexible, donc on ne sait pas
L.D.	Oui on ne sait pas ce qu'ils font
I	Ça peut être sur les exercices, ça peut être sur les questions... Bon alors après il y a la façon de faire les fiches, donc si tu veux comme ça regarder vite-fait [en montrant les diagrammes], donc il y a les trois façons, soit ils réécrivent, soit ils réorganisent sous forme de tableau ou de schéma de synthèse ce qui n'est peut être pas très commun en maths puisqu'ils ne le font pas beaucoup,
L.D.	Ça c'est bien oui
I	soit ils sélectionnent des éléments importants copiés,
L.D.	Ça serait plutôt ça que je les encourage à faire, la sélection
I	Tout à fait, ce qui explique qu'ils sont quand même à 63%
L.D.	Oui oui, ça leur donne une méthode ou quelque chose de particulier, ils devraient le noter
I	D'accord. Bon dans les ressources il y a aussi les ressources qui viennent de toi, donc tout ce qui concerne le cours du professeur, et le recours à des ressources supplémentaires. Donc on voit que plus de 70% sont satisfaits, ils trouvent ton cours complet et suffisant pour réussir. Il n'y a que 43% à-peu-près en moyenne qui ont recours à des ressources complémentaires. Alors est-ce que tu encourages les étudiants à aller chercher ailleurs
L.D.	Non ben non, en fait parce que comme je pense qu'ils ne travaillent pas assez, si j'avais une classe plus travailleuse oui je ferais ça, mais
I	Tu en as eu des classes plus travailleuses ? Ou tu as
L.D.	Non, enfin parfois j'ai un élève plus travailleur que les autres et qui vise haut, alors lui je lui dis
I	Tu lui dis d'aller chercher ?
L.D.	Oui je lui dis il faut faire des choses en plus.
I	Comme quoi ?
L.D.	Ben j'ai des livres à la maison d'exercices que je trouve bien, qui se vendent dans le commerce. Internet je ne connais pas, je ne les envoie jamais sur internet.
I	Donc s'ils y vont c'est pas toi qui leur dis
L.D.	Voilà. Après, occasionnellement j'ai des, avant on avait un colleur qui donnait aussi des cours particuliers donc je l'avais demandé, enfin il m'avait demandé s'il pouvait, si je voyais un inconvénient à ce qu'il prenne des élèves de la classe et j'avais dit non pas du tout parce qu'il connaissait bien tout le programme, tout, c'était super pour les élèves, mais bon il a déménagé donc voilà.
I	D'accord. Donc tu n'encourages pas particulièrement à ce qu'ils aillent

	chercher
L.D.	Non non, plutôt même je freine
I	Parce qu'ils en ont déjà assez ?
L.D.	Voilà, parce que comme ils en font pas beaucoup, j'aimerais autant qu'ils révisent le DS qu'on a déjà fait, ou qu'ils repartent d'erreurs déjà commises. Parce que j'ai peur que ce soit toujours cet esprit de vouloir survoler des choses et de ne pas les approfondir. Voilà donc je n'encourage pas vraiment.
I	Donc tu as cette impression, d'ailleurs je disais je vais t'en parler. Bon en parlant de revenir sur les DS et les DM, donc on a plus que la moitié qui étudie régulièrement tes commentaires sur les copies des DS et DM en révisant pour les contrôles, et donc plus qu'en Terminale, et plus qu'ailleurs.
L.D.	Oui mais bon moi j'aurais aimé le 100%, parce que pour moi c'est comme ça qu'ils arrivent à progresser.
I	Mais toi tu as quand même des dispositifs à la suite de DS
L.D.	Oui c'est ça, donc ils devraient reprendre à la suite des DS.
I	C'est comment ? parce que j'ai vu que tu répartissais d'une certaine façon.
L.D.	En fait ils savent que c'est toujours un objectif à leur portée, tu sais ça c'est un peu inspiré du sport, il faut toujours donner un objectif pour, à mes yeux c'est important parce que sinon de toute façon ils... Ceux qui ont eu 3 à leur DS ils ne vont sûrement pas aller voir la dernière question etc. Et s'ils savent que je pose un sujet commun, celui qui est premier de la classe il sait très bien que je ne vais pas lui demander la dernière question. Alors je préfère différencier comme ça celui qui a déjà sa bonne copie il sait que je vais lui proposer un truc encore derrière, et celui qui a 3 eh ben il ne se décourage pas trop
I	Donc toi tu leur demandes de refaire un exercice du DS systématiquement ou ?
L.D.	Non c'est des questions, alors c'est plutôt on va dire 2 ou 3 questions du DS parce que un exercice c'est
I	Qu'ils n'ont pas su faire ?
L.D.	Qu'ils ont mal fait. Tu vois? S'ils était près de réussir un passage typique, ils étaient près de le réussir ben je vais viser en priorité de leur reposer ça.
I	D'accord. Et les bons s'ils ont 16 ou 17?
L.D.	Alors eux ça risque d'être un truc où ils allaient y arriver et ils ne sont pas encore arrivés là, et voilà
I	Et c'est du DS, tu ne prépares pas quelque chose de nouveau
L.D.	Non non c'est pas nouveau. Si c'est vraiment trop bête je change les valeurs numériques ou des choses comme ça, parce que je ne veux pas non plus que ce soit du par cœur. Mais c'est vraiment dans l'esprit d'une question qu'ils ont faite et loupée ou faite et pas terminée.
I	Et donc tu leur demandes ça à la suite d'un DS ?
L.D.	Oui en fait normalement c'est le, c'est soit le mardi, enfin le jeudi on va dire. S'ils ont fait le DS le samedi, c'est le jeudi. Parce que mardi je rends la copie et jeudi
I	Et tu ne donnes pas la correction avec le DS quand tu rends la copie ?

L.D.	La correction du DS ils l'ont en sortant du DS normalement
I	D'accord donc ils ont quand même la correction sous les yeux quand on leur demande de retravailler quelque chose
L.D.	Alors ils ont la correction le samedi midi mais personne ne la regarde, c'est juste pour m'en débarrasser puis voilà. Et le lundi on réexplique des passages, le mardi en général je leur rends leur copie, et le jeudi ils ont l'interrogation. Donc oui ils ont pas eu le temps de me poser des questions
I	Non, mais donc eux ils ont la correction, ils peuvent la regarder et ils arrivent en classe sans leur copie de DS. Et tu leurs dis toi tu fais l'exercice 1, toi tu fais l'exercice 2,
L.D.	Ah non c'est par écrit
I	Oui oui mais tu précises à chacun
L.D.	Oui oui je précise par écrit, c'est écrit sur l'interro
I	Voilà. Et chacun refait un exercice ou deux exercices ou un petit bout
L.D.	Oui c'est plutôt des petits bouts parce qu'en général ça dure une demi-heure l'interrogation
I	D'accord. Mais donc ils ont déjà eu la correction qu'ils ont pu étudier et bien préparer.
L.D.	Oui oui
I	Bon justement on arrive au thème « avant un DS », et là j'ai pas mal de questions. Si tu veux suivre [en montrant les histogrammes] il y a 2 parties, ce qui est en bleu c'est tout ce qui concerne surtout le cours ou la façon de travailler, de préparer avant un DS ; après il y a la série sur les exercices
L.D.	D'accord. Donc ça c'est le cours?
I	Surtout, mais pas seulement. Pour certaines questions je ne précise pas, ou c'est sous-entendu. Déjà si tu veux avant de regarder les détails, quelles sont les étapes d'une bonne révision d'un DS ? Pour toi, les étapes incontournables, qu'il faut, qu'ils devraient faire
L.D.	Alors en première année je leur dis toujours sur quoi porte le DS, d'accord, donc ils savent
I	Sur quoi c'est-à-dire sur quel chapitre ?
L.D.	Je ne leur dis jamais plus large que ce que je pose ni plus restreint. Enfin, je leur dis précisément il faut
I	Et précisément c'est quoi ? c'est un chapitre ? des parties d'un chapitre ?
L.D.	Ben en fait c'est le chapitre en cours toujours, et si ça nécessite un chapitre qui était longtemps avant je leur dis qu'il faut le réviser parce que je ne veux pas les prendre au dépourvu, je sais qu'ils ne savent plus par exemple
I	D'accord. Et si c'est des parties d'un chapitre, tu leur dis il faut bien regarder cette partie ? ou c'est
L.D.	De manière marginale peut-être. Donc voilà, ils doivent revoir le cours, à partir de la première page normalement cahier fermé, avec le listing-là et ils doivent refaire les exercices
I	Donc quand tu dis revoir c'est qu'ils doivent être capables de réciter tout le cours ? toutes les définitions ?

	L.D.	Non normalement dans la première partie là c'est le cours, les essentiels du cours on va dire. Oui il faudrait il faudrait
	I	Oui mais c'est ça donc première chose pour toi c'est qu'ils doivent retenir le cours ou les essentiels du cours, et être capable de tout restituer cahier fermé. Donc ils doivent être capables de lister les définitions, les théorèmes...
	L.D.	Oui, normalement ils devraient, oui. Et après ils devraient refaire les exercices qu'il y a dans le poly du cours, pas les exercices euh... je leur redis pas
	I	Pas les fiches supplémentaires?
	L.D.	Si les fiches ils peuvent mais la feuille d'exercices courants là ça ils se débrouillent s'ils veulent voilà, je leur dis pas de faire ça. Je leur dis de faire les exercices qu'il y a dans le cours et
	I	Donc que tu as fait en expliquant le cours, que tu as corrigé en expliquant le cours
	L.D.	C'est ça. Et normalement ceux qu'ils ont fichés comme classiques
	I	D'accord. Mais parce que la feuille d'exercices supplémentaires c'est quoi ? c'est en plus ?
	L.D.	Bah ça ils l'utilisent pour les colles, les... Tu te souviens il y a les objectifs
	I	Oui oui j'ai les deux. Donc ce que je veux dire c'est que tes fiches ou les exercices que tu fais tu as vraiment deux objectifs, y a les exercices qui servent aux DS et les exercices qui servent aux colles.
	L.D.	Oui un peu oui
	I	Et c'est quoi la différence entre les 2 ?
	L.D.	Ben c'est que comme pour les DS normalement ils ont pas le temps de tout refaire, c'est ceux qui sont dans le cours et qui ont été fichés c'est les plus représentatifs. C'est juste pour une histoire de gain de temps, pour l'efficacité
	I	Mais après le type des exercices, la nature des exercices c'est la même chose ?
	L.D.	Ben non. Dans la feuille d'exercices il y en a plus qui sont des choses de, un peu plus, enfin c'est pas de la recherche loin de là, mais qui demandent plus de deviner des résultats, de conjecturer
	I	Et ça c'est pour les DS, non pour les colles
	L.D.	Ça c'est pour les colles plus, ou l'entraînement général. Mais pour le DS ils vont être très guidés sur des rails et tout donc
	I	Aussi une question entre parenthèses mais qui est en rapport avec les évaluations, est-ce qu'ils ont des formulaires dans les concours ?
	L.D.	Non, pas de formulaire et pas de calculatrice dans aucun concours
	I	Ah bon ? d'accord je ne savais pas du tout. Bon si on voit comment ils préparent eux, il y a eu différentes questions, par exemple quand on parle de la connaissance des formules et des conditions d'application, on est à plus de 80%
	L.D.	Ah oui ça là [regardant l'histogramme]
	I	Et c'est supérieur au taux de ceux qui vérifient qu'ils connaissent les définitions et les théorèmes

L.D.	[Rires]
I	Alors on parle exclusivement du DS.
L.D.	Ben ils ont raison quand même là
I	Pourquoi à ton avis?
L.D.	[rires] parce que les définitions, ben parce qu'on va leur demander d'appliquer leur
I	Mais il n'y a pas de questions sur
L.D.	Ah non là il n'y a pas les propriétés, les conditions d'applications des théorèmes !
I	Là c'est formules et conditions d'application, là c'est les définitions et théorèmes [en montrant les histogrammes correspondant]
L.D.	Ah oui d'accord
I	Donc qu'est-ce qui fait
L.D.	non non je pensais qu'il y avait les théorèmes aussi là. Ben parce que tu sais dans les DS ils sont quand même... déjà le DS je pense qu'ils le voient comme hyper-calculatoire parce qu'ils sont très démunis dans le calcul, et t'as quand même beaucoup de questions où il faut résoudre un système, il faut inverser une matrice, il faut calculer une série, tu vois ?
I	Et il n'y a pas de questions sur les démonstrations, de faire des démonstrations ou sur des théorèmes, d'énoncer des hypothèses, des choses comme ça dans les DS.
L.D.	Si si mais alors là peut-être qu'ils ont cru que c'était formule avec conditions d'applications, peut-être qu'ils
I	Mais il y en a moins? Ou... c'est-à-dire que le DS c'est vraiment des exercices d'application avec du calcul, des résolutions tout ça ? il ya moins un aspect cours ?
L.D.	Oui il y a moins un aspect démonstratif parce que, surtout en première année parce qu'ils sont, ça arrive beaucoup plus en deuxième année où ils ont des questions plus difficiles. En fait ce que tu me dis là avec les, les... ce qui ressemblerait à des démonstrations c'est typiquement ce qui est posé dans les parisiennes, tu vois ? voilà. Sinon dans les autres épreuves ça vient assez naturellement, pas besoin d'imaginer une démonstration si tu veux
I	Et le cours, le poids du cours, ils n'ont pas à restituer du cours dans les DS ?
L.D.	Non pas trop
I	Il n'y a pas vraiment à citer des propriétés, des théorèmes
L.D.	Non non
I	Et dans les colles?
L.D.	Oui ça systématiquement ils commencent par la question de cours
I	D'accord on va parler de la colle. Mais donc peut-être c'est ça ce qui pourrait expliquer que pour les contrôles ils sont surtout sur les formules parce qu'ils vont appliquer les formules à des exercices, et moins sur la partie
L.D.	Oui oui c'est ça je trouve que c'est logique, ça a une logique
I	D'accord. Bon dans le même enchaînement il y a l'histoire des démonstrations. Donc on a la lecture des démonstrations, je lis les démonstrations et j'essaie de bien les comprendre, avant un DS toujours, et

	j'essaye de refaire les démonstrations. Donc on voit qu'il y en a beaucoup plus qui les lisent que ceux qui essaient de les refaire, et donc est-ce que ça va toujours dans le même sens pour les démonstrations ? L'histoire du cours qui n'est pas vraiment inclus dans les DS, est-ce qu'on n'en demande pas ?
L.D.	En fait, par exemple pour les programmes de colles en première année, je limitais volontairement à 3 démonstrations par, en fait ils avaient
I	Par colle ?
L.D.	Oui voilà, donc ça leur fait 3 démonstrations par quinzaine
I	D'accord. Et pour les DS ?
L.D.	Mais après, pour les DS, ils les revoient pas du tout je pense. Oui je pense pas. Mais en fait je leur disais quand même qu'on faisait plus de démonstrations que ce qui serait demandé pour les colles parce que c'est quand même la base des maths de démontrer. Donc il faudrait quand même que même si ça les rebutent un peu qu'ils essaient de revoir. Donc peut-être c'est ça qui explique qu'ils relisent, qu'ils refont pas vraiment
I	Ils en ont dans les concours blancs ? des démonstrations
L.D.	Non
I	Alors nous ce qu'on voyait c'est l'opposition entre les technos qui sont là et les deux S qui sont là [montre les diagrammes]. Donc en fait les technos semblent donner beaucoup plus d'importance aux démonstrations que les S,
L.D.	Ah oui c'est clair
I	donc après on s'est dit c'est probablement la nature de l'épreuve, la nature du DS où on ne demande pas vraiment
L.D.	Peut-être que, je sais pas, il faudrait que tu vois les épreuves qui sont posées. Il y a vraiment un fossé et le fossé devrait être dans l'autre sens si tu veux, c'est beaucoup. Les technos ils ont des récurrences, ils ont des calculs d'intégrales etc.... moi je vois pas, je ressens pas l'aspect démonstratif. Alors qu'en S il y a quand même à utiliser le théorème de Rolle, ou les accroissements finis
I	Mais ils n'ont pas à le démontrer dans un DS, ils ont à l'appliquer, d'après ce que tu me dis, c'est ça ?
L.D.	Oui mais enfin il y a des choses qui s'apparentent. Bon par exemple pour Rolle, à partir du théorème de Rolle, à partir du théorème de Rolle, « montrer que si f s'annule n fois la dérivée $(n-1)$ ième s'annule au moins une fois »,
I	Donc il y a quand même une démonstration
L.D.	enfin pour moi ça c'est de la démonstration. Peut-être qu'il y a une méprise sur le terme démonstration, je ne sais pas, ou voilà je ne sais pas
I	C'était juste quelque chose qu'on essaye de comprendre mais... Moi ce que je faisais comme hypothèse c'est que c'est sûrement relié à la nature des épreuves
L.D.	Oui peut-être aussi
I	Et au fait d'avoir des questions de cours ou pas dans les colles, dans les DS
L.D.	Oui peut-être aussi
I	Bon toujours dans le même thème pour le dernier item, mais là par contre tu ne vois que 2012-2013 parce que l'item n'était pas en 11-12 dans le

	questionnaire,
L.D.	Il faut essayer de dégager les idées
I	Voilà, est-ce qu'ils cherchent à dégager des idées à retenir, et donc là on voit quand même qu'on a près de 70%
L.D.	Oui parce que là j'insiste vraiment beaucoup parce qu'en fait c'est très difficile de les avoir captivés par une démonstration, vraiment, donc je surenchéris en disant on ne fait pas cette démonstration pour rien, je l'ai sélectionnée pour ça, je vous la fais faire parce qu'on voit ça, et ça vous pouvez le réutiliser, enfin je vends ma démonstration sinon ils ont aucune envie
I	Et tu vends les astuces ? tout ce qui est astuce, méthode,
L.D.	Ben alors j'essaye effectivement, j'essaye de réfléchir à quelle est la démonstration qui pourrait retomber, ou qui pourrait retomber sous une autre forme, tu vois. C'est pas l'aspect mathématique que je sélectionne, parce que normalement il faudrait démontrer presque la propriété qui est la plus importante du chapitre, mais c'est pas comme ça que c'est choisi malheureusement
I	D'accord. Donc pour toi c'est des choix stratégiques de démonstrations ou autre, même les exercices
L.D.	Oui voilà c'est ça
I	Parce que là ça peut être à partir des exercices ou du cours.
L.D.	Oui c'est tout à fait ce que je fais
I	Et tu le dis explicitement
L.D.	Ah ben oui! Vraiment je suis très très lourde
I	Même les exercices?
L.D.	Dans les exercices ils ont plus de réceptivité, ils ont, vraiment ils aiment pas les démonstrations, pour eux c'est quelque chose qui sert à rien, qu'on leur demande ou qu'on leur inflige si tu veux. Ils ont pas l'esprit scientifique, ils ont pas envie de savoir si c'est vrai ou pas, on peut les embobiner comme on veut enfin ils en ont rien à faire. Ce qui compte c'est ce qui va tomber le jour du concours et est-ce qu'ils sauront le faire ou pas.
I	D'accord. Ils sont très orientés résoudre, calculer, tout ça ?
L.D.	Assez. Et très orientés on ne fait pas des choses qui ne rapportent pas des points quelque part.
I	Tout ce qui est utilité de
L.D.	La beauté des maths ou le fondement ou, non alors là ! D'ailleurs le programme il a été allégé un petit peu dans ce sens là, il y avait beaucoup de choses admises, beaucoup plus de choses admises.
I	D'accord. Bon justement moi j'ai mis une question qui était au début du questionnaire mais là je la prends ici, tu as les trois lycées ici [montre les diagrammes]. Donc la question était le plus important pour réussir en mathématiques lorsque je travaille les exercices
L.D.	Oui bon là tu vois
I	Bon attends avant de regarder, à ton avis, si tu devrais répondre à cette question, pour toi c'est quoi ?

L.D.	Ah ben c'est dégager des idées générales, enfin oui essayer de dégager une généralité ou quelque chose qu'on, un aspect formateur de l'exercice, pas les, cet exercice là qu'il faut résoudre qu'est-ce qu'il m'apporte et est-ce que je pourrai le réutiliser
I	D'accord. Bon moi ce que j'avais proposé comme 3 choix c'était savoir faire les exercices donnés par le prof, s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux qui sont donnés par le prof, et repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre, et puis ils pouvaient proposer autre chose. Bon donc ce qu'on voit dans la première colonne on a quand même une majorité qui opte pour repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre. Ça ne veut pas dire qu'ils le font, mais ça veut dire qu'ils trouvent que c'est le plus important
L.D.	Oui oui c'est... peut-être c'est mon discours qui les incite à faire ça
I	Tu le dis explicitement ? tu utilises les mots techniques, astuces, méthodes... explicitement ces termes ? on cherche ici
L.D.	Méthodes et techniques oui, et choses classiques j'utilise beaucoup, astuces pour moi ils aiment pas trop parce qu'ils ont l'impression qu'astuce c'est le truc qui ne sert qu'une fois et qu'on ne peut pas trouver soi-même, voilà. Mais bon pourquoi pas si ça se présente
I	Oui donc tu insistes tu soulignes méthodes... donc ça correspond à ton discours et à tes conseils
L.D.	Oui peut-être un peu trop
I	Non mais c'est ce que j'avais prévu. Bon on le voit chez les S de toute façon, on le voit moins chez les technos. Donc les technos ils l'ont mais ils sont plus on va dire, on parlait de cette histoire d'entraînement, voilà. Après ils pensent que c'est le plus important, est-ce qu'ils le font vraiment ? ou est-ce qu'ils partent sur de l'entraînement ?
L.D.	Oui voilà oui il faudrait voir
I	Alors là j'ai regardé les types d'exercices qui sont travaillés, parce qu'il y a différents types et donc j'ai repris les exercices supplémentaires, tous les exercices, les exercices qui ont le plus de chance de tomber...
L.D.	D'accord. Donc ça c'est ce qu'ils travaillent ?
I	Oui voilà. Et donc par exemple si je regarde les exercices supplémentaires, je vois qu'il n'y en a que 26% qui cherchent à faire des exercices supplémentaires. On en a déjà parlé mais donc là c'est pour les révisions d'un DS particulièrement, on voit par exemple dans un autre lycée qu'ils en font beaucoup plus. C'est parce que justement tu disais que toi tu n'encourages pas, tu essayes de les faire ?
L.D.	Oui c'est que, oui
I	Ce n'est pas du tout pour te remettre en cause
L.D.	Non non mais je crois que ça correspond à mon discours effectivement
I	Donc toi tu as les exercices qu'ils font en cours, et tu as la fiche en plus.
L.D.	Donc il y a une feuille en plus, et en plus il y a encore une fiche s'ils veulent d'exercices où ils peuvent s'entraîner pour
I	Et ils ont le corrigé?

L.D.	Alors la feuille de classe ils n'ont pas le corrigé, et en fiche, ce que j'ai appelé fiche c'était pour différencier du mot feuille mais c'était pas vraiment une fiche, c'est trois mettons trois exercices qu'ils peuvent faire pour faire les colles pour se préparer pour les colles
I	Mais tu ne corriges pas en classe ?
L.D.	Non non ils ont le corrigé, je leur envoi par mail
I	Et la feuille c'est celle que tu fais en TD
L.D.	Voilà c'est ça, en TD et en classe
I	Oui mais donc elle est entièrement corrigée ? ou tu leur donnes le corrigé ?
L.D.	Non je ne donne pas de corrigé, ce qu'on n'a pas fait tant pis, voilà. Ils peuvent, alors ils ont toujours la possibilité de me le rendre par écrit mais ils le font pas
I	Donc tu es prête à corriger s'ils le rendent et sinon ils peuvent poser des questions
L.D.	C'est ça
I	Mais donc il n'y a pas d'annales, de recours à quoi que ce soit d'autre
L.D.	Non, mais eux peut-être qu'ils ont des livres aussi. Je leur recommandais quand même des livres de chez Bréal qui était assez vers leur niveau et tout ça, et je vois qu'ils se vendent de manière enfin pas énorme, tu vois dans les couloirs à la rentrée, je vois des anciens qui les rapportent. Donc je pense qu'ils ont quand même ces livres là pour certains
I	Tu a l'impression qu'ils en font, qu'ils travaillent en plus ?
L.D.	Euhhh non je trouve, je pense qu'ils en font pas beaucoup parce que sinon je pense qu'ils viendraient me demander de temps en temps des questions, mais je vois pas
I	Donc ils se limitent à ce que tu donnes ?
L.D.	Je pense que qu'ils se limitent pas mal, je pense
I	C'est déjà bien si c'est ce qu'ils font. Bon j'avais posé des questions ici à propos des exercices qu'ils ont peu ou pas cherchés, qu'ils ont cherchés et trouvés, et qui ont posé problème. Donc est-ce qu'ils les refont avant le DS ?
L.D.	Ah d'accord est-ce qu'ils les refont
I	Est-ce que toi tu les encourages à revenir sur les choses qu'ils ont peu ou pas cherchés, alors soit parce que vous n'avez pas eu le temps de le faire ou soit parce qu'eux ils n'ont pas cherché les exercices, tu sais quand tu leur demandes de préparer des exercices qu'ils ne font pas.... Et là c'est toujours pour avant le DS
L.D.	Ça c'est possible qu'ils reprennent un petit peu oui
I	Et les exercices cherchés et trouvés, est-ce que tu les encourages à refaire parce qu'ils ont réussi à les faire ou
L.D.	Non pas trop, ça j'encourage pas trop.
I	Donc tu es plutôt dans, si tu les encourages à faire
L.D.	En fait c'est pour le DS toujours ça ?
I	Oui
L.D.	Oui pour le DS je leur dis en fait aussi de reprendre dans les DM, d'essayer

	d'aller un peu plus loin dans les DM, enfin de reprendre leur DM précédent tu vois parce que c'est l'occasion, sinon ils le reprendraient pas
I	Et de chercher ce qu'ils ont trouvé de difficile ou ce qu'ils ont su faire ?
L.D.	Oui, non un peu comme le DS, ce qui leur semblait juste abordable, un peu devant eux quoi
I	D'accord donc tu as toujours cette histoire d'objectif atteignable
L.D.	Un petit peu oui voilà, peut-être c'est un peu trop raisonnable mais voilà
I	Donc ce qu'ils ont déjà trouvé c'est bon,
L.D.	Oui voilà j'insiste pas du tout quand ils ont déjà trouvé
I	Et plutôt
L.D.	Et ceux qu'ils ont pas du tout cherchés c'est pareil j'insiste pas du tout
I	Et à ton avis pourquoi est-ce qu'ils ne chercheraient pas certaines choses? Est-ce que c'est parce que... s'ils ont pas cherché des exercices pendant les séances de cours ou TD ou à faire, est-ce qu'ils se mettraient à les chercher avant les DS ou pas vraiment ?
L.D.	Ben sur la feuille d'exercices normalement je leur dis, enfin occasionnellement on va dire, occasionnellement je leur dis que ces exercices là là là là sont pas trop difficiles et ces exercices là là là là sont très difficiles. Donc je les préviens du niveau, et ça par exemple je l'utilise pour les bons élèves pour leur dire essayez de chercher, tu vois, mais c'est occasionnellement, il n'y a pas vraiment de pratique régulière sur ça, c'est si je trouve que ce serait bien que les bons élèves aillent un peu plus loin.
I	Et les exercices dans les feuilles ou dans les fiches que tu donnes sont dans l'ordre de difficulté ?
L.D.	Non justement, donc je ne sais plus si je mets des étoiles, non je les enlèves. Au début je mettais des astérisques pour dire dur ou pas, mais en fait finalement ça avait un effet trop repoussoir quand il y a avait 3 étoiles, donc j'ai enlevé mais voilà, moi je sais enfin je me souviens lesquels étaient durs ou pas. Mais il n'y a pas de pratique régulière, c'est peut-être de temps en temps.
I	D'accord. J'avais posé aussi une question qui concerne un exercice qui est corrigé mais qui est non-basique, donc pas les plus faciles, mais des exercices qui ont été faits, donc comment est-ce qu'ils les abordent pour un DS. Donc à ton avis un exercice qui a été corrigé mais qui est assez, qui n'est pas très facile, quelle est la meilleure façon de le refaire ou de le retravailler ? Qu'est-ce que tu leur proposes ou qu'est-ce que tu leur proposerais si jamais tu ne le fais pas ?
L.D.	Je le fais pas c'est vrai. Mais enfin ce que je fais, surtout quand on reprend le DS oralement en classe, quelques questions ou tout ça, c'est des fois leur montrer les grandes lignes, tu vois, qu'est-ce qu'ils auraient pu comprendre, qu'est-ce qu'ils auraient pu faire même s'ils avaient pas trouvé là ou là. Parce que ça ils ont du mal à cerner ce qui est complètement infaisable pour eux ou.... Donc j'insiste beaucoup sur la structure des déductions, où est-ce qu'on peut aller chercher si c'est le petit c, regarder si à petit b ou petit a il n'y avait déjà pas les informations... Ça j'insiste beaucoup. S'il y a une progression dans la logique et que la dernière question c'est récapituler la 2

	la 3, penser juste à récapituler 2 et 3 c'est quand même pas infaisable. Je leur montre des choses comme ça. Mais c'est vrai que je leur redis pas au sein de questions de maths pur, tu vois je leur redis pas comment ils auraient pu faire.
I	D'accord. Et s'ils prennent un exercice s'ils sont en train de réviser, donc on parle des exercices qu'ils ont déjà cherchés qui ne sont pas faciles, comment est-ce que tu proposerais qu'ils le retravaillent ? ou est-ce que tu leur dis il faut faire je ne sais pas, par écrit ou oralement ? c'est-à-dire que s'ils doivent reprendre un exercice, de difficulté pas basique, moi j'ai mis non-basique dans le questionnaire après je ne sais pas s'ils ont compris ce que ça voulait dire mais bon, comment est-ce qu'ils doivent le travailler cet exercice ?
L.D.	[silence] Souvent en maths on apprend, on refait, on revoit
I	Mais donc ils refont comment? Par écrit, oralement ?
L.D.	Non par écrit.
I	D'accord, et est-ce que tu leur dis explicitement quand vous refaites les exercices
L.D.	Ah oui je leur dis toujours par écrit, c'est comme le cours toujours par écrit,
I	Quand ils refont
L.D.	Oui
I	Donc pour toi quand ils font la restitution du cours aussi c'est par écrit. Quand tu leur dis cahier fermé
L.D.	J'aimerais bien c'est ça, j'aimerais bien que ce soit par écrit, mais je sais qu'ils ne le font pas par écrit
I	Et c'est pour s'entraîner à la rédaction ou c'est parce qu'ils restituent plus
L.D.	Non c'est parce que sinon j'ai l'impression qu'ils survolent, tu vois. Par exemple quand ils me récitent une propriété, ils retiennent que les mots, ils enlèvent tous les liens logiques par exemple, tu vois, et après il n'en reste plus rien du tout, c'est. Des fois ils retiennent juste des mots comme ça, des mots-clefs d'accord
I	Et c'est à ton avis parce qu'ils les retiennent, parce qu'ils ne les rédigent pas en les retenant ?
L.D.	Oui, c'est parce qu'ils ont l'impression, peut-être c'est en rapport avec leurs autres matières je ne sais pas, en histoire on retient peut-être des mots-clefs, je ne sais pas, mais si tu veux ils enlèvent la logique ils apprennent le mot et
I	Donc il n'y a pas une phrase complète avec les connecteurs logiques
L.D.	Oui c'est ça que j'aime pas trop. Plutôt que l'histoire de l'écrit ou l'oral, ça serait plus de conserver la structure de la logique de, qui est la conséquence quelles sont les hypothèses, des choses comme ça me semblent importantes. Après refaire l'exercice je ne sais pas, je les conseille pas beaucoup sur comment refaire l'exercice
I	D'accord. Parce que la question que j'avais posée c'est en ce qui concerne les exercices non-basiques déjà corrigés en classe, comment est-ce qu'ils les refont.
L.D.	Et alors ils les referaient comment ?
I	J'avais proposé, donc c'était une question à choix fermé, c'est a. je ne

	travaille pas du tout les exercices faits en classe, b. Je lis l'énoncé et la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice, donc là il s'agit de relecture, c. Je lis l'énoncé ; pour chaque question, dans ma tête je réfléchis à la solution puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice, donc ce que j'ai appelé la résolution mentale, et d et e c'est la résolution par écrit, mais il y a une différence : Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre puis je passe à un autre exercice ; et la e c'est que Je lis l'énoncé ; cahier fermé, je refais par écrit l'exercice, puis je contrôle avec la correction en essayant de la comprendre, particulièrement les points que je n'ai pas su résoudre ; je refais par écrit jusqu'à ce que j'y arrive.
L.D.	Oui donc ce sera plutôt e, si c'est difficile c'est jusqu'à ce que j'y arrive
I	Plusieurs fois
L.D.	Voilà, mais bon...
I	Est-ce que tu penses qu'ils le font comme ça ?
L.D.	Non je pense pas
I	Ils le font plutôt oralement ? ils sont plus
L.D.	Je pense que je relis l'énoncé, et je mets au stabilo ce que je n'ai pas compris, mais ça reste je regarde, j'ai l'impression
I	Donc ils ne sont même pas dans la résolution mentale ? ils ne sont pas dans je relis, je ferme le cahier j'essaie de résoudre...
L.D.	Ah je ne sais pas, non je ne sais pas
I	Bon en fait d'après leurs réponses, on est pour 46% dans la résolution mentale [globalement pour les deux promotions] mais quand même il y a une différence entre tes deux classes, pas énorme mais quand même.
L.D.	Oui je vois quand même
I	Parce que là [montrant les histogrammes] la classe
L.D.	Ah oui là ils sont mieux, tu vois c'est marrant parce que je crois toujours qu'ils ne suivent pas mes conseils mais non tu vois. Pourtant j'aurai dit cette classe là suit moins mes conseils mais non, parce que moi je leur dis résolution par écrit
I	Donc résolution par écrit là [11-12] c'est dominant quand même, mais il y a une forte proportion de ceux qui le font mentalement, et là [12-13] on a 57% qui sont sur mentalement. Mais par contre il y a une distinction entre résoudre mentalement et lecture. Tu vois par exemple
L.D.	Oui c'est ça, ce qui n'aurait pas été bon c'est qu'ils se contentent de ça
I	Il y a très peu d'élèves qui se contentent d'une relecture si tu veux, donc
L.D.	Oui d'accord
I	Bon est-ce que tu as des, je sais pas, des
L.D.	Non je n'ai pas vraiment de remarques sur ça mais je trouve que c'est bien détaillé là, c'est bien
I	Tu n'as rien qui, dans ton organisation, dans tes dispositifs qui les pousserait

	à faire une chose ou l'autre
L.D.	Non non. Mais je pense que du coup faudrait insister peut-être plus, eux tu vois, jusqu'à ce que j'y arrive. Oui il n'y a forcément pas de réponse-clef mais pour les élèves
I	On est pas certain qu'il ait une méthode qui fonctionne mieux que l'autre, mais c'est juste qu'on essaye de voir... Alors si je pose la question c'est parce que dans la promo 12-13 j'avais eu l'impression tout au long de tout ce qui concerne les exercices c'est que c'est une promo qui a l'air d'être plus sélective, qui choisi un certain type d'exercices à faire, qui survole d'autres exercices. Mais donc là ils sont tellement sur la résolution mentale et ils ont presque les mêmes résultats, on est presque au même niveau, donc peut-être que c'est une façon de faire où ils arrivent à repérer ce qu'il faut repérer en se contentant de résoudre mentalement.
L.D.	Oui peut-être
I	Mais après c'est peu être pas du tout ça parce que ce que tu dis c'est qu'ils sont beaucoup entraînés, ils veulent faire encore plus,
L.D.	Oui oui ils courent peut-être, ils sont en train de courir, parce qu'ils veulent faire plus, peut-être, ça prend plus de temps on ne sait pas
I	C'est peut-être une histoire de temps ou c'est une histoire d'être capable de retenir des choses, peut-être ça ne fonctionne pas
L.D.	Oui oui c'est vrai. Après chacun, il y en a qui sont plus visuels ou écrits,
I	C'est ça, il y a des choses qui ne s'apprennent pas nécessairement par écrit, d'autres qui s'apprennent par écrit
L.D.	Oui oui c'est vrai
I	Bon. On passe aux colles qui est le dernier thème. Il n'y avait pas beaucoup de questions fermées parce qu'il y avait au fait deux questions ouvertes. Avant de regarder les réponses, j'avais des questions dont on a déjà parlées, mais maintenant on redit les choses au clair. D'abord à ton avis c'est quoi le rôle des colles ?
L.D.	Ben ça organise le travail, tu sais pour l'histoire du travail par quinzaine, ça évite qu'ils prennent trop de retard. Après c'est quand même le moment d'avoir une réexplication de certains points, parce que je pense qu'il y a quand même des choses qui leur passent par-dessus, c'est l'occasion de remettre au point. Et puis ben moi pour moi en temps que prof, je peux me voir si c'est un élève qui suit ou qui suit pas parce que le DS c'est quand même une autre, enfin comment dire, le DS il ne m'alarmera pas de la même manière, ils peuvent se planter en DS, s'ils continuent à avoir de bonnes notes en colles je sais que c'est un élève qui suit, il mérite de passer en 2ème année etc... quand les notes de colles commencent à être toutes mauvaises là c'est quand même plus alarmant, ça veut dire que cet élève il suit pas ou qu'il est pas réactif, rien du tout, tu vois.
I	Mais il y a aussi la différence entre le contenu, l'orientation de ce qu'il y a dans les colles et celle de ce qu'il y a dans le DS
L.D.	Oui c'est vrai
I	Donc pour toi une colle ça porte sur quoi et qu'est-ce que tu cherches à tester

		vraiment ?
	L.D.	Ben en fait on a demandé qu'ils commencent systématiquement par des questions de cours, donc la question de cours ça peut être, dans l'idéal elle serait graduée, ça pourrait être une définition, un théorème, et puis un petit exercice en fait
	I	Un théorème c'est-à-dire un théorème à démontrer ?
	L.D.	Non, ah si, il y a trois démonstrations possibles, tu sais
	I	Donc tu leur précises trois démonstrations
	L.D.	Voilà. Il y a des colleurs qui demandent toutes les semaines une démonstration tout le temps, mais il y en a qui font un peu plus le panel que je viens de te dire
	I	Donc ils commencent par une question de cours, ça peut être juste réciter une définition, une propriété, c'est ça ?
	L.D.	En fait s'ils ont ça c'est un peu court tu vois, il faut que ce soit consistant. Donc ils auraient une propriété, un petit exercice et puis une notion à expliquer, par exemple
	I	Et l'exercice serait concernant la propriété
	L.D.	Ça il y a pas de règle
	I	Pas de règle ? Ça peut être des choses complètement différentes?
	L.D.	Oui s'ils veulent
	I	Mais c'est un exercice du type de ce que tu fais dans les cours ?
	L.D.	Oui ça doit être un exercice du polycopié du cours. Parce que les colleurs ils ont le poly de cours
	I	Ah d'accord. Donc c'est un exercice qui a déjà été fait.
	L.D.	Ah oui, qui a été fait et qui est dans le cours, donc qui est à apprendre, enfin à maîtriser. Mais il y a des colleurs je te dis qui proposent chaque semaine une démonstration,
	I	Mais parmi les démonstrations que tu as précisées
	L.D.	Du cours voilà
	I	Donc ils n'en ont que 3 à retenir en fin de compte
	L.D.	Oui c'est ça
	I	Et ils aiment pas trop ça ?
	L.D.	Non pas du tout, mais bon, ils aiment pas quand on la fait en classe mais après est-ce qu'ils aiment l'apprendre, peut-être
	I	Donc ils n'ont pas un très grand corpus à préparer pour les colles !
	L.D.	Non, mais par contre tu sais avec déjà rien que toutes les propriétés etc. ça va vite quand même parce que, voilà en 15 jours c'est ce qu'on peut faire en 15 jours.
	I	Donc c'est cours et exercices, c'est pas que du cours, mais nécessairement du cours
	L.D.	Voilà c'est ça. Alors ça devrait prendre dans l'idéal 25minutes maximum, et puis ensuite passer à la question, aux autres exercices
	I	Et est-ce qu'il y a des consignes particulières que tu donnes aux colleurs
	L.D.	Ben le premier semestre ils doivent pas mettre la moyenne, ils doivent mettre la moyenne si et seulement si l'élève a bon à sa question de cours, enfin bon

		il maîtrise sa question de cours, pour montrer un, pour les inciter dans une direction qui est apprendre le cours voilà.
I		Mais est-ce qu'il y a d'autres consignes pour le déroulement des colles ?
L.D.		Ben c'est des consignes qui viennent toutes seules avec les colleurs qu'on a
I		Je sais que c'est des gens habitués
L.D.		Il faut qu'ils soient gentils, enfin l'idée c'est pas du tout de casser, d'être sévère, sans rien dire, et de manière cassante, c'est pas du tout ça, c'est enfin que l'élève se sente en confiance, je préfère enfin on préfère c'est des décisions d'équipe tout ça, on préfère que ça serve de mini cours particulier éventuellement plutôt que comme une évaluation qui serait une n-ième évaluation chiffrée
I		Et vous le dites explicitement ça le cours particulier, c'est un mot qu'on utilise ?
L.D.		Non mais par contre moi les élèves je leur dis le colleur est là pour vous, c'est pour vous cette colle, s'il y a quelque chose que vous ne comprenez pas vous dites pas oui oui pour faire semblant que vous avez compris et voilà, je leur dis que c'est pas comme un vrai oral. Ils savent bien qu'ils doivent profiter de la présence du professeur pour approfondir le thème et avoir compris tout jusqu'au bout
I		Ça c'est ton discours, tu leurs dis ça ?
L.D.		Oui
I		Si je te pose la question c'est que dans les questions sur les colles, il y avait les 4 petites questions fermées, et puis il y avait les avantages et les inconvénients des colles, ça c'était ouvert, et donc on a beaucoup retrouvé cet aspect cours particulier
L.D.		Oui oui, c'est quelque chose qu'on a choisi un peu en équipe pour, parce que tu comprends le problème c'est qu'ils se démotivent vite à cause des maths ; souvent c'est ça qui les fait partir de la prépa, ils partent jamais à cause de l'anglais ou de l'espagnol ou tout ça, c'est les maths. Et comme on n'a pas beaucoup d'effectif il ne faut pas qu'ils partent. Ceux qui sont là normalement ils ont le niveau ils doivent rester, donc il ne faut pas que la colle de maths soit une source encore de stress pas possible qui fait qu'ils ont des 2 des 3 etc.
I		C'est pas le problème des autres matières en termes de colles ?
L.D.		En fait dans les autres matières c'est beaucoup plus sévère, en histoire en philo... en entretien personnalité c'est comme un mini oral. Donc ils ont déjà ce stress là, mais ils ne sont pas stressés naturellement par ces matières. Tu vois, je ne sais pas comment dire, ils ont du bagou, l'entretien de personnalité ça les stresse pas, ce que font surtout les maths parce que souvent ils sont trop limite au niveau du niveau
I		Et tu penses que c'est pareil dans les autres établissements ? est-ce que tu connais d'autres profs ailleurs ? est-ce que c'est
L.D.		Ben les autres profs que je connais ils ne sont pas en prépa commerciale, alors je ne sais pas. Je sais qu'en prépa scientifique c'est encore très sévère très instauré. Nous c'est quand même beaucoup plus informel. Ça ne veut pas dire que s'ils savent dire leur cours on dit oui oui c'est bien. Mais bon

		tant pis c'est, comment dire, il y a cette heure qui est disponible pour l'élève alors autant que ça le fasse monter plutôt que ça l'écrase encore si tu veux voilà.
	I	Mais donc le premier semestre vous êtes plus strictes pour qu'ils comprennent qu'il faut apprendre le cours
	L.D.	Oui au niveau de la note. On essaye de leur montrer qu'il faut apprendre le cours et ce que c'est qu'apprendre, enfin c'est pas qu'il faut apprendre le cours mais qu'est-ce que c'est qu'apprendre le cours. C'est, je sais pas, moi souvent je mets une notion, je dis bijectivité, comme un sujet de philo, bijectivité point, puis ils m'expliquent tout ce qu'ils ont retenu de bijectivité
	I	Ah oui tu poses des questions comme ça ?
	L.D.	Voilà. Je dis bijectivité puis ils se débrouillent. Alors je veux voir comment il a appris, si il me restitue f est bijective avec la définition, s'il me fait un graph, s'il me fait... tu vois voilà. Mais après les autres colleurs chacun fais un peu différemment mais quand même globalement gentil.
	I	Il y a une coordination entre les colleurs ? vous discutez des colles que vous allez faire ?
	L.D.	Bon il y a la collègue de première ou deuxième année donc là on discute, on se voit tout le temps à la cantine donc oui on discute, et puis les autres c'est des professeurs du lycée donc je les rencontre aussi
	I	Ils te font un compte-rendu ou c'est juste la note qu'ils te communiquent?
	L.D.	Ils m'écrivent un peu par écrit, mais comme je les vois justement c'est ça l'intérêt qu'ils soient dans le lycée, en plus ils ont de l'expérience, donc quand il y a quelqu'un qui
	I	Ah c'est des profs de K mais au niveau lycée, pas des externes
	L.D.	Oui c'est ça. Là il y a pas, ces deux années il n'y a pas eu d'intervenants extérieurs, voilà.
	I	Et qu'est-ce que tu attends comme compte-rendu? Quand tu discutes avec eux
	L.D.	Qu'ils me disent alors le principal que j'attends c'est qu'ils me disent quand un élève est vraiment à côté de la plaque, et après je ne demande pas vraiment c'est plutôt eux qui parlent, et souvent ils me disent des choses auxquelles je ne m'attends pas vraiment forcément, du genre que c'est quelqu'un qui est vif qui réagit bien tu vois des choses qu'on voit moins à l'écrit. Je ne donne pas beaucoup d'heures de colles, je donne juste une heure dans ma classe ou zéro, parce qu'ils m'ont déjà toute la semaine, donc je les vois à l'oral dans la colle très très peu, donc je les connais pas sous cette angle là, c'est les autres personnes
	I	Tu fais passer des colles à tes étudiants ?
	L.D.	Ben cette année je n'en faisais pas, et l'année dernier non plus, l'année d'avant j'en faisais une [promo11-12]. Je prends les autres que j'ai pas moi
	I	Oui les autres pas les tiens
	L.D.	Pas les miens. Parce qu'ils se lassent après c'est toujours pareil, voilà. Ça va ça répond à ta question ?
	I	Oui oui, parce que le fonctionnement des colles est différent d'un lycée à

		l'autre
	L.D.	Oui parce qu'il y a beaucoup de souplesse sur ça, on est vraiment laissé
	I	D'accord. Et les groupes ils sont formés comment en début d'année?
	L.D.	Alors c'est germaniste ou pas, c'est par rapport aux langues parce qu'il y a des groupes de langue, et ensuite il y a par ordre alphabétique. Et en deuxième année ils peuvent se positionner comme ils l'entendent du moment qu'ils respectent les langues
	I	Et la première année c'est le prof, c'est toi qui choisi ou c'est
	L.D.	Il faut décider la première semaine de septembre donc on ne les connaît pas encore et c'est pour toute l'année
	I	Donc vous les répartissez arbitrairement
	L.D.	Oui voilà c'est arbitraire
	I	Et c'est le prof principal? D'ailleurs c'est qui le prof principal ?
	L.D.	Là c'est moi pour les S.
	I	Parce que c'est en deuxième année, que tu es prof d'une matière principale?
	L.D.	Non non j'ai été prof principal enfin on choisit entre collègues, personne veut, enfin c'est pas que personne veut faire cette tâche mais c'est une tâche qui est, faire le colloscope faire le planning faire les moyennes c'est très administratif donc souvent ça revient au prof de maths, mais après il y a aussi tout ce qui est réorientation, recevoir les parents s'ils demandent et voilà
	I	Donc c'est pas le prof de la matière principale
	L.D.	Non c'est n'importe qui. Il faut qu'il ait toute la classe donc c'est pas allemand ou espagnol, mais ça peut être n'importe quelle autre matière, mais nous au lycée pour les E c'est le prof d'économie, pour les S c'était histoire-géo ou maths
	I	Donc c'est souvent le prof qui voit le plus les étudiants
	L.D.	Souvent oui
	I	Bon. J'ai une petite question entre parenthèses qui concerne le lieu de travail. Ce qu'on avait vu c'est que 90% disent qu'ils travaillent chez eux, 0% chez des amis, et on a pour la promo d'avant 35% qui travaillent dans l'établissement et la promo actuelle dit que 10% travaillent dans l'établissement.
	L.D.	Personne n'a dit bibliothèque de l'ESSEC ?
	I	Alors il y a avait autre, et on a dû avoir 2-3 propositions qui disait bibliothèque ou café
	L.D.	C'est négligeable D'accord donc c'est surtout chez eux c'est dommage. Je trouve que c'est pas assez du coup
	I	Mais est-ce que c'est l'impression que tu avais ?
	L.D.	Non je pensais qu'ils travaillaient plus en groupes justement
	I	En groupes mais dans l'établissement, pas chez des amis ou ?
	L.D.	Chez des amis c'est normal parce que tu sais ils sont, certains viennent de loin quand même, ils prennent des cars pour venir, il y a un car le matin un car le soir donc tu vois, ceux qui sont dans les villes à l'alentour c'est un peu pareil quand même.

I	Ils sont dispersés géographiquement alors
L.D.	Oui c'est ce que je voulais dire, très,
I	Donc si tu l'imaginais c'était plus dans l'établissement qu'ils travaillent en groupes ?
L.D.	Non moi j'imaginais que parce qu'on a un partenariat avec la bibliothèque de l'ESSEC, au fait à la bibliothèque universitaire ça n'allait plus parce qu'il y avait trop de bruit ou ils ne pouvaient plus parler, je ne sais plus dans quel sens c'était, si c'était eux qui faisaient trop de bruit ou l'inverse, mais ça faisait déjà bon nombre d'année, donc en fait on a en parallèle monté un partenariat avec l'ESSEC qui accepte nos étudiants dans ses locaux avec une bibliothèque beaucoup plus vaste où il y a des coins travail, tu vois. Donc je pensais qu'ils allaient beaucoup plus là vu que c'est tout près
I	Mais donc ça ne serait pas pendant les heures de cours, enfin pas en journée
L.D.	Oui le soir, sans être jusqu'à 10 heures du soir parce que je sais qu'après ils doivent rentrer
I	Oui mais s'ils travaillent pendant les trous qu'ils ont en journée ça serait plutôt dans l'établissement
L.D.	Là c'est sûr que ça serait dans l'établissement
I	Mais même ça n'a pas l'air d'être très commun
L.D.	Ils n'ont pas énormément de trous parce que l'emploi du temps est assez ramassé, ils ont juste par exemple quand il y en a qui sont en langues, si l'allemand et l'espagnol c'est pas le même jour mais à part ça ils ont jamais de trous. Le midi ils ont juste une heure pour manger. Et après dans l'établissement les conditions de travail se sont vraiment dégradées les deux dernières années donc ça peut expliquer
I	C'est-à-dire ?
L.D.	C'est-à-dire qu'avant on avait un lycée paisible sans aucun bruit etc, et maintenant il a fallu poser des clôtures autour du lycée alors que c'était un lycée ouvert, et il y a beaucoup beaucoup de bruit dans les couloirs. En fait on n'a pas assez de surveillants. Pour te faire une idée il y a 1200 élèves et il y a 2 surveillants
I	Ah oui ! entre les lycéens et les prépa
L.D.	Oui et les BTS, tout le monde. Tu te rends compte ? moi ça me choque.
I	Et avant il y avait plus de surveillants ?
L.D.	Il y avait le même nombre d'étudiants et un petit peu plus de surveillants, mais c'est surtout que la nature des élèves de seconde et tout ça qui a changé, enfin d'après le proviseur. Mais tout le monde s'en plaint. En fait ils ont fait des conseils d'administration et des conseils pédagogiques spécifiques au problème du bruit, pour voir comment. Donc je pense qu'il faudrait demander aux élèves mais c'est possible que
I	Mais toi tu pensais qu'ils travaillent groupes
L.D.	Ah oui moi je pensais
I	Pour les maths ou pour tout ?
L.D.	Pour tout
I	Alors revenons à la première page, donc ça c'est le travail en groupe

	L.D.	Donc ça fait seulement
	I	On est à 60% presque
	L.D.	Oui mais du coup c'est en contradiction
	I	Avec ?
	L.D.	Avec le pourcentage
	I	Oui mais justement une question s'était où est-ce qu'ils travaillent
	L.D.	Oui mais peut-être il y a dans la classe aussi, quand ils arrivent le matin, oui le matin ils sont pas mal
	I	Parce que si on regarde les discussions, je discute du cours avec les autres, je discute des exercices, il y a quand même un certain taux de discussions et l'histoire de l'entraide c'est pour ça, quand je parlais de l'entraide on disait mais ici ils sont à 80-90% qui disent que l'entraide est déterminante, donc l'entraide ne serait pas nécessairement un travail de groupe
	L.D.	Oui pourquoi ils travaillent si peu
	I	Ça pourrait être autre chose, et c'est pour cela que je te parlais au début de l'effet groupe classe
	L.D.	Ah après peut-être entraide ça a plus une connotation d'ambiance générale tu vois des choses comme ça
	I	Est-ce que tu le sens du coup ?
	L.D.	Ah ben il y a une bonne ambiance dans ces classes-là ça c'est, il n'y en a aucun, enfin tu vois il y a jamais d'élève prétentieux ou je ne sais pas quoi
	I	Il n'y a pas de compétition ?
	L.D.	Franchement non
	I	Et il y a une aide, un soutien moral ? ils sont copains ?
	L.D.	Oui ils sont gentils entre eux. Ah oui franchement je t'assure ça c'est très prononcé
	I	Ils se passent des trucs ? les absents ils leur donnent les notes ?
	L.D.	Ah oui largement, mais c'est presque même le frein à l'ambition, ce que je te disais un jour
	I	Oui tu m'en avais parlé je m'en souviens
	L.D.	Parce que tu vois ils sont tellement, ils ont pas l'esprit de compétition, ils ont pas l'esprit
	I	Donc des fois tu trouves que c'est un manque quand même ?
	L.D.	Oui, bon je leur demande pas de tirer dans les pattes du voisin, c'est pas ça, mais tu vois il sont vraiment, non non
	I	Il n'y a pas d'élève motivé à
	L.D.	Non, à faire plus que nécessaire, non, mais par contre du coup c'est vrai que ça fait une excellente ambiance, mais vraiment gentils entre eux. Pour te dire un exemple, pour les concours, je leur ai dis ne vous inscrivez pas dans paris sauf si vous avez un logement dans paris, vous allez galérer dans les transports, vous pouvez être loin, vous allez tomber avec toutes les prépas qui vont vous, tu sais qui viennent en bloc qui vont dire j'ai bien réussi j'ai bien réussi puis ils vont être sensibles et eux ils auront pas bien réussi, et puis voilà. Allez plutôt à Amiens, à Rouen etc... Ben ils se sont organisés, quasiment personne n'a passé dans paris. Ils ont loué, il y a des groupes qui

	sont partis, il y en a qui sont partis un mois à Amiens, il y en a qui sont partis un mois à Besançon, ils ont loué un appartement enfin c'était 4 filles, deux fois 4 filles pour louer un appartement pour passer tout le mois de concours, il y avait même une semaine de relâche elles sont restées sur place. Tu vois pour te dire le genre
I	Donc elles ont pu travailler ensemble
L.D.	Voilà c'est l'exemple qui te dit qu'il y a vraiment je pense une bonne ambiance. Mais après dans le travail, je ne sais pas trop où ils travaillent, ils peuvent travailler dans la classe, elle est à leur disposition, ils ont la clef et tout, donc ils peuvent le matin. Donc ça est-ce qu'ils ont pas marqué, est-ce qu'ils ont pas pensé ?
I	Alors justement il y a dans l'établissement, la classe c'est dans l'établissement
L.D.	Oui je sais pas
I	Donc il y a un travail de groupe mais on ne sait pas trop où est-ce qu'ils font ce travail de groupe parce que 60% quand même c'est pas négligeable
L.D.	Oui oui, non il y a une contradiction là
I	Dans les entretiens que j'ai fait, j'en ai pas fais beaucoup, c'était l'année dernière avec Alexis et Sophie je pense, il n'y avait que 2 étudiants
L.D.	Alexis oui il est parti lui
I	Il est parti de la prépa ?
L.D.	Il n'est pas allé en deuxième année
I	Ah bon ?
L.D.	Oui il est allé à la fac de droit
I	Ah bon ? mais pourtant il avait de bons résultats
L.D.	Il avait d'excellents résultats, il était tout à fait
I	Parce que c'est lui que j'ai eu en entretien, il me disait qu'il ne travaillait pas en groupe ni en binôme, c'était seul
L.D.	Ben alors, il était brillant en plus, c'est dommage
I	Et pourquoi alors ?
L.D.	Eh ben c'est la question des matières. Tu vois lui par exemple il a pas aimé les maths, c'était trop, enfin il était bon en maths et tout pas de problème, mais ça prenait une part trop importante dans ce qu'il s'était imaginé. Tu vois il aurait imaginé part égale avec les autres matières, or tu vois au niveau horaire on est à 11 heures, ça fait trop quoi pour des gens comme ça c'est presque un tiers de la semaine.
I	Mais il n'avait pas de problèmes avec les maths. Ça le fatiguait d'avoir autant d'heures ?
L.D.	Oui, et puis je crois qu'il a un super cursus, il a un double, attends il n'est pas dans une fac basique etc. il a un double cursus un truc comme ça, éco-droit, enfin un truc Sorbonne-Dauphine je crois
I	Ah oui d'accord
L.D.	Et Sophie elle est déléguée, elle ça doit être totalement bien posée, elle a tout-à-fait comment dire l'esprit de groupe, elle est déléguée de la classe
I	Elle a de bons résultats ?

L.D.	Elle a des résultats honorables mais pas
I	En maths ?
L.D.	Oui en maths, enfin partout. De toute façon ce qui a été dit au conseil c'est qu'elle se laisse vivre et qu'elle est très intelligente, elle aurait pu briller mais a des résultats convenables voilà
I	Elle préfère faire autre chose. En fait je les avais vu ensemble pour l'entretien, et ils m'avaient dit oui il y a une solidarité mais on ne travaille pas vraiment en groupe on travaille chacun seul
L.D.	Oui voilà c'est plus ce que tu disais, ce que t'as remarqué avec les pourcentages, oui
I	Mais des fois c'est des pourcentages que je n'arrive pas à expliquer, c'est pour ça je me dis que d'un autre point de vue. Bon j'avais gardé des questions pour la fin qui concerne la comparaison entre les deux promotions mais je pense qu'on en a parlé
L.D.	Oui bon qu'est-ce que tu pensais toi ? parce que tu disais que tu avais une autre
I	Oui donc moi mon idée ou ce que j'avais comme hypothèse c'est que cette promotion 12-13 elle est très orientée exercices mais de façon intelligente entre guillemets, c'est-à-dire qu'ils sont sélectifs dans le type d'exercices qu'ils font, et qu'ils ne passent pas beaucoup de temps sur le cours, et qu'ils choisissent vraiment des choses à faire, mais après je ne sais pas si ça fonctionne
L.D.	Oui oui c'est possible
I	Et mon hypothèse était partie du principe que j'ai réparti les étudiants en trois groupes, les faibles les moyens et les bons, alors je ne sais pas si ça correspond à la vision que les profs auraient, mais moi j'ai mis en dessous de 8 c'est faible, entre 8 et 13 j'ai considérée moyen et les bons c'est vraiment les très bons
L.D.	Oui voilà les très bons
I	Voilà, parce que le but c'était de comparer les bons et les faibles, et je voulais vraiment pouvoir distinguer un groupe qui est vraiment bon. Mais donc dans cette classe [12-13] selon cette répartition il y avait 67% de moyens, entre 8 et 13
L.D.	D'accord c'est pas mal
I	Alors que l'année d'avant il y avait 62% de faibles je pense, donc dans cette promotion il y avait une majorité de faibles donc c'est pas du tout la même chose. Et je me suis dit c'est peut-être déjà le niveau des élèves qui expliquerait certains comportements
L.D.	En fait les pourcentages que tu dis sont en accord avec ce qu'ils ont eu aux concours, sauf que l'année d'avant il devait y avoir plus de très bons
I	Oui c'est vrai
L.D.	Parce que là tu vois par rapport aux résultats qu'ils ont eu c'est tout à fait ce que tu dis. Il y a eu un gros groupe qui ont eu des écoles relativement bonnes mais par contre il n'y avait pas de brillants, et par contre l'année d'avant oui il y en avait

I	Mais moi je n'aurais jamais deviné ce que tu dis par rapport à cette promotion qui est beaucoup entraîné ou l'année 11-12 ils sont plus étudiants
L.D.	Oui, je ne sais pas si ça t'aide
I	Si si c'est une perception différente. Alors ce que j'avais noté comme pourcentages caractéristiques de 11-12... bon par exemple la promotion que tu as maintenant donc 12-13, ils trouvent moins que l'autre que les cours sont rapides, ils posent plus souvent des questions au prof, et ils se font moins aider par les autres.
L.D.	D'accord. Plus de questions au prof je suis bien d'accord.
I	Mais moins aux autres, ça pouvait être des parents, des profs particuliers, des collègues tout ça. L'ancienne promotion est la promo qui prend moins de notes à l'oral, donc de tes commentaires oraux, beaucoup moins que toutes les classes, contrairement à ce qu'il y a maintenant, qui notent tout ce que tu dis
L.D.	Oui oui ça correspond.
I	Bon ça c'est pour le fait d'apprendre le cours, donc la promo 12-13 c'est ceux qui sont les moins nombreux à apprendre le cours d'une fois sur l'autre, et il y a 20% des étudiants qui ne reviennent pas du tout sur le cours lors des révisions d'un DS.
L.D.	Voilà, mais ça ce n'est pas propre aux maths, ça a été signalé dans les autres matières aussi
I	D'accord. Parce que par exemple dans la promo de l'année dernière il n'y avait que 8% qui disaient on passe directement aux exercices, alors que dans la promo maintenant il y a quand même 20%
L.D.	Oui oui
I	Je n'avais pas vu ça dans les autres classes, même dans les autres S
L.D.	Ça je suis entièrement d'accord parce que les colleurs par exemple ils nous l'ont dit aussi
I	Ils ont remarqué?
L.D.	Ah ben oui ils ont dit que ça n'allait pas du tout au niveau des questions de cours et des choses comme ça
I	Ah oui donc tu as ça pour toute la promo, ils délaissent vraiment le cours
L.D.	Oui
I	Mais en termes de niveau, ils ont le même niveau que ceux de 11-12. Plus ou moins, globalement, je ne parle pas juste des admissions mais globalement
L.D.	Oui il y a pas eu de révolution mais il y a pas eu, ça a pas vraiment changé
I	Ils accordent un peu plus d'importance aux démonstrations. Pour eux ce qui est le plus important c'est de repérer des exercices types et astuces et méthodes, avec un taux un peu plus fort que dans l'autre classe et même les autres lycées. Quoi d'autre ? Alors en termes d'exercices, ceux de la promo 12-13 font plus que les autres les exercices qui ont le plus de chance de tomber, les exercices qui ont posé problème, et ils font très peu d'exercices supplémentaires
L.D.	Oui ben oui c'est ça

I	Voilà, donc j'avais juste noté ce qui les distingue. Par rapport aux colles par exemple on est à 100% d'étudiants qui disent que les colles sont utiles, tout le monde dit que les colles sont utiles mais là on est vraiment à 100% donc c'est remarquable. Donc voilà Après c'est des impressions que j'ai mais ne les connaissant pas du tout. Ce que j'essaye de faire c'est de prendre les résultats et de leur donner du sens, surtout quand j'ai des contradictions ou que je me pose des questions
L.D.	Oui bien sûr
I	Bon je vais revenir sur ces 2 questions que j'ai laissées. C'est en rapport avec le fait que d'une séance à l'autre il y a des discussions entre les élèves, ça peut concerner le cours comme ça peut concerner les exercices à faire à la maison. Et donc ce qu'on remarque que le fait de discuter du cours avec d'autres élèves est plus répandu chez les faibles que chez les bons.
L.D.	Oui ils posent des questions peut-être quand même
I	Oui, et que chez les S les discussions entre deux cours c'est surtout sur les exercices plutôt que sur le cours. Donc c'est deux observations, et surtout contrairement aux technos, parce qu'en même temps j'essaye de comparer les filières. Je ne sais pas si tu as des commentaires. Justement j'ai laissé ces questions pour la fin.
L.D.	C'est dommage que tu n'aies pas pu avoir l'étude de technos d'ici aussi parce que tu aurais pu voir à ce moment là un milieu de recrutement égal
I	Oui, les collègues n'avaient pas vraiment envie
L.D.	Oui je sais c'est dommage
I	Mais même les colleurs, j'ai écrit aux colleurs
L.D.	Personne ne t'as répondu ?
I	Si il y a D.Y.
L.D.	Oui il est gentil lui
I	Mais c'est tout
L.D.	C'est dommage parce que
I	Pourquoi à ton avis ils ne répondent pas ? parce qu'ils n'ont pas le temps ? parce qu'ils n'ont pas envie de s'impliquer dans des études ?
L.D.	Voilà ils n'ont pas envie de s'impliquer puis je pense qu'il y a une petite méfiance sur le regard, enfin mes collègues profs pas colleurs c'est vraiment la méfiance d'une inspection, que tu vas faire comme une inspectrice qui va dire, enfin c'est de ça qu'ils ont peur. Au début j'avais essayé de les inciter parce que je me suis dit que pour une étude c'est bien d'avoir les 3 classes quand même au même endroit, mais bon ils veulent pas ils veulent pas. Et pour les colleurs je pense qu'il y en a un qui n'a pas le temps, et je pense que ma collègue plus âgée c'est vraiment dommage, je ne sais pas pourquoi peut-être elle est pas intéressée
I	Parce qu'une question qu'on s'est posée c'est comment est-ce qu'on pourrait interpréter ce silence, pourquoi ?
L.D.	Je pense qu'il y a un regard déjà des profs envers les études faites sur l'enseignement, ils sont globalement très méfiants, enfin je ne sais pas quel accueil tu reçois là-dessus mais c'est toujours très... par exemple quand il y a

	des formations au lycée sur l'absentéisme, la ponctualité, tu vois des thèmes comme ça qui sont faits par des observateurs extérieurs, c'est toujours hyper mal vécu, hyper mal perçu, parce que tu vas t'entendre dire des choses par quelqu'un qui n'a pas fait qui n'est pas dans ta situation, alors que, je pense qu'il y a cette attitude
I	Je comprends. Je ne suis pas là du tout pour étudier les profs
L.D.	Mais oui moi c'est comme ça que je l'ai vu mais enfin
I	Justement ça me fait penser à une thèse en sociologie par Rauscher qui a fait une étude sur les profs de prépa, et justement un prof lui a dit si c'était pour une étude nationale ou de l'INSEE je n'aurais jamais accepté de te voir, mais comme c'est pour une thèse. D'ailleurs je pense que cette thèse t'intéressera aussi.
L.D.	C'est comme quand tu m'avais envoyé les discussions sur l'élitisme en prépa, ça m'intéresse parce que tu as quand même des préjugés à combattre.
I	Il y a un livre, mais je pense que je t'en avais déjà parlé, Darmon
L.D.	Oui
I	Parce qu'à un moment tu as parlé de la beauté des maths, elle en parle aussi de l'aspect pragmatique et l'aspect scientifique. C'est des choses que j'ai découvertes en novembre, donc loin dans la thèse, mais ça a changé des choses. Bon je pense que de mon côté je n'ai pas d'autres questions, mais je ne sais pas si toi tu as envie de dire quelque chose
L.D.	Non non j'ai l'impression que j'aurai des questions à te poser sur ce que tu rencontres. Même si t'as vu des choses intéressantes au niveau des idées qu'on les collègues que t'as rencontrés etc. pour mettre les gens plus dans le travail ou plutôt dans l'ambition, je suis à la recherche de choses comme ça. Enfin comment motiver le plus tôt possible, parce qu'ils finissent toujours par se motiver mais si c'est les 3 dernières semaines c'est trop tard
I	Quand je vois ce que répondent les étudiants pour les conseils qu'ils donneraient à ceux qui vont rentrer l'année prochaine, tout le monde dit il faut travailler dès le premier jour, faire ce que les profs nous disent
L.D.	Oui voilà, mais comment leur faire, des fois je me dis que c'est pas un prof de maths qui sert mais plus un prof de communication pour faire passer un message sur l'ambition sur le travail
I	Et ça ne se fait pas dans les préparations sur les entretiens de personnalité tout ça ?
L.D.	Non parce que eux ils doivent montrer beaucoup un cursus cohérent, des qualités cohérentes, tu vois c'est beaucoup une histoire de cohérence dans le parcours, mais c'est pas vraiment, enfin t'as le droit d'être peu motivé peu ambitieux et faire ton truc du moment que c'est cohérent, des choses comme ça.
I	Darmon parle justement beaucoup de ça, des entretiens de personnalité, de l'initiation à la vie professionnelle, et de la particularité des prépas EC parce que ce n'est pas la même chose qu'en S.
L.D.	Oui c'est pas du tout pareil. Puis même l'aspect travail je ne sais pas mais dans les scientifiques tu es beaucoup plus dans un monde reclus où tu... les

		EC ils ont énormément de qualités mais c'est pas forcément des qualités de bosseurs, ils sont pluridisciplinaires, ils sont ouverts, ils parlent bien, enfin c'est autre chose
	I	Mais pourquoi tu disais que ça n'intéresse pas l'ESSEC les S
	L.D.	Non mais le partenariat c'est beaucoup pour des technos et puis il y a beaucoup de programmes, le lycée est dans un programme où on incite les jeunes des banlieues à faire des prépas, ils sont très forts pour détecter les bons élèves mais du coup ils les envoient pas à K ils les envoient directement dans Paris. Nous on ne reçoit pas les élèves qui sont finalement trop bons pour venir chez nous, ils sont tellement bien encadrés qu'ils arrivent plutôt à Henri IV ou à tu vois. Bon mais en tout cas chapeau pour ton étude
	I	Merci beaucoup!

Entretien Z.H.

1	I	Bon je vais t'expliquer ce que j'ai fait comme ça c'est plus simple. Donc en fait les questionnaires que j'avais fait compléter en début et fin d'année, j'avais fait la même chose l'année d'avant, et donc là on va juste évoquer la promotion que tu as eu l'année dernière [12-13] puisqu'il y a eu un changement de prof. Donc j'ai dépouillé les questionnaires, j'ai fait des statistiques, j'ai sorti des histogrammes, je vais te les donner comme ça tu as les résultats sous les yeux, c'est plus simple. Par contre j'ai laissé tous les résultats que j'ai, des 3 lycées, j'ai une techno qui est là [montre l'histogramme], et j'ai deux S dont un parisien [D]. Ce qu'il y a sur les histogrammes c'est le pourcentage d'élèves qui ont répondu « oui », alors oui c'est souvent ou toujours, d'accord totalement d'accord, opposé à « non » donc jamais parfois... J'ai regroupé tout ce qui est équivalent à oui. Donc il y a les pourcentages de tout ce qui est oui, si tu veux tu regarderas les diagrammes pour D. Donc il y a début d'année fin d'année, début d'année veut dire que les questions portaient sur la terminale, la fin de la terminale, et ensuite fin de prépa. C'était pour voir les évolutions. Et en 11-12 donc pas des étudiants que tu as eus, et en 12-13 donc ceux que j'ai vu l'année dernière. Donc si tu veux c'est juste pour avoir un support visuel, voilà, c'est la colonne ici [montre le diagramme en question].
2	Z.H.	Ok d'accord
3	I	Alors j'ai organisé mes questions comme les thèmes de mon dépouillement de questionnaires, donc ça suit à peu près ce qu'il y avait dans le questionnaire mais des fois j'ai changé des items, et j'ai dégagé 8 thèmes. Et donc là ce que j'ai fait c'est qu'en analysant j'ai sorti tous les questionnements que j'ai, toutes les choses que je n'arrivais pas à comprendre ou les choses où il manquait des informations pour avoir une analyse complète, et donc j'ai structuré les questions. Après on peut discuter de certaines choses mais j'ai quelques questions principales par thème que j'aimerais aborder. Je ne sais pas si on va avoir des réponses mais au moins, et ensuite si tu as des commentaires des retours sur certaines choses, peut-être des hypothèses que moi je ne vois pas du tout comme je ne connais pas les élèves. Voilà, donc je pense que c'est plus simple que je fonctionne comme ça, après tu me diras
4	Z.H.	Oui oui
5	I	Bon je vais suivre l'ordre, je n'aurai pas des questions sur tous les items mais je les ai mises comme ça par ordre de thèmes, et ce qu'il faut que, je le rappellerai, mais en fait ce que je cherche c'est surtout les dispositifs que tu mets en place ou ton discours qui poussent ou qui orientent les étudiants à faire certaines choses, les conseils que tu donnes, les façons d'appliquer certaines choses... Ça sera comme ça dans mes questions, donc qu'est-ce que tu fais ou que tu penses faire pour les encourager ou décourager de faire certaines actions ou certains comportements. Donc je vais plutôt orienter mes questions comme ça, mais il y aura aussi des questions d'opinion.
6	Z.H.	D'accord

7	I	Donc le premier thème, ce que j'ai regroupé, c'est tout les éléments qui concernent la collaboration entre les étudiants, et donc dans collaboration il y a plusieurs choses puisqu'il y avait 4 questions qui sont en rapport avec la collaboration, notamment le travail de groupe, ce qu'on a appelé l'entraide ou la solidarité, et les discussions avec les autres, les camarades, donc deux types de discussion. Je n'ai pas particulièrement de questions sur tout mais déjà je peux commencer par te demander si tu as vu un effet de groupe classe l'année dernière, de groupe classe, d'un ensemble classe et quel était son rôle.
8	Z.H.	L'année dernière ce n'était pas évident, ce n'était pas marquant, il y avait des sous-groupes plutôt qu'un seul groupe avec des, ils se sont regroupés par affinités, par méthodes de travail sans doute aussi, certains par niveau
9	I	Méthodes de travail, comment est-ce que tu décrirais ça ?
10	Z.H.	Il y en a qui, disons que malheureusement c'était un peu lié au niveau. Il y avait des groupes de gens plutôt de niveau faible, qui vraiment sans doute avaient du mal à, qui bossaient beaucoup mais qui prenaient le cours et qui l'apprenaient par cœur des fois parce qu'ils n'arrivaient pas à comprendre ce qu'il se passait, qui à force ça venait parce qu'ils finissaient par piger les structures, mais alors avec une difficulté réelle à appréhender le cours, alors je pense que c'est un problème de méthode chez eux. Bon dès le début, ils sont partis avec un handicap réel que le travail a réussi à compenser au fût et à mesure mais sans miracle, c'est assez dur. Et alors c'est là où ils commencent à se rassembler certains. Il y en a d'autres qui marchaient mieux et qui se sont mis ensemble par affinité je pense, ils s'entendaient bien, ils discutaient ensemble et ils voyaient, c'est surtout qu'ils avaient le même point de vue sur le travail qu'ils étaient censés fournir. Après leurs résultats étaient plus variés ce groupe là mais je pense c'était plus naturel, c'est-à-dire tiens j'ai la même, je m'attends au même genre de travail, je considère que je dois je sais pas moi mais ce soir je vais relire mon cours faire mes exercices, au fait t'as cherché ça toi ? moi j'ai pas cherché j'ai pas réussi, ben voyons, ou alors montre-moi
11	I	Et tu les voyais discuter de ces choses? Ou c'est des impressions que tu as eu ? ou ils t'ont parlé ?
12	Z.H.	Non je ne dois pas avoir des exemples concrets, beaucoup, si je dis ça c'est parce que sans doute je les ai vu discuter sans forcément savoir de quoi ils parlaient. Là où je vois ce genre de choses c'est en TD, quand ils sont en demi-groupe et je vois qui se met à côté de qui et c'est clair ils travaillent toujours ensemble. Après dans les couloirs ils sont en groupes de colles donc forcément ils fonctionnent bien ensemble, et puis je vois qui discute dans les couloirs et il y a des groupes qui étaient toujours les mêmes. Après de quoi ils parlaient dans le couloir, je ne les ai pas écoutés. En TD je savais sur quoi ils travaillaient, je voyais qui étaient les groupes qui avaient tendance dès qu'ils pouvaient en TD à parler d'autre chose, qui étaient ceux qui restaient enfin pour parler de l'exercice qu'on était en train de traiter, qui je devais rappeler à l'ordre, qui me posait des questions, c'est comme ça que je le sens, c'est le simple moyen de... et donc là il y a plusieurs groupes comme ça,

		donc des bosseurs faibles, des bosseurs de niveau normal, l'année dernière je n'avais pas de tête de classe c'est ça ce qu'il manquait, ou vraiment de gens qui, il y en avait quelques uns qui étaient bons mais qui étaient déjà dispersés dans ces différents groupes, il n'y avait pas un groupe leader, c'était un ou deux qui étaient bien bosseurs et qui avaient un bon niveau qui étaient éparpillés et mélangés, donc qui aidaient du coup un peu les autres mais bon c'était un peu dommage, c'est qu'il n'y avait pas de dynamique créée par une tête de classe. Bon on a ça cette année par exemple, ça peut varier d'une année à l'autre, ça se joue à rien.
13	I	Tu avais l'impression qu'il y avait quand même un ensemble classe, pas nécessairement pour travailler ensemble, mais
14	Z.H.	Pas tant que ça. Il se trouve que l'année dernière il y a eu un élève qui a été pas mal malade, et qui donc a eu droit exceptionnellement à redoubler, et donc j'ai eu son opinion cette année sur les gens de l'année dernière, et il m'a dit oui cette année, il a comparé les deux années quoi, cette année c'est mieux il y a une meilleure ambiance de travail parce que c'est quand même ça qui les préoccupe. Et donc le groupe classe l'année dernière a été un peu, je pense, sans doute existait d'une certaine façon formellement quoi, mais c'était pas il n'y avait pas un réel
15	I	Et c'est l'impression que les profs avaient? Tous les profs du conseil de classe avaient cette impression ? Plus ou moins?
16	Z.H.	Je crois qu'on est à-peu-près d'accord oui. C'est sur quoi on avait insisté dans le conseil de classe, c'est qu'il y avait quelques éléments qui eux étaient, mettaient une mauvaise ambiance quoi. Qui n'étaient pas franchement méchants mais qui étaient un peu comment dire
17	I	C'est des gens qui ne travaillaient pas ou qui avaient une attitude ?
18	Z.H.	Qui ne travaillaient pas assez et surtout l'attitude. Il y a certains qui étaient bons, il y en a un qui était bon en maths, mais il était nul ailleurs parce qu'il s'en fichait et qu'il ne faisait rien, mais en maths sans trop travailler il arrivait à dépasser pas mal d'autres quoi. Alors du coup il est venu en classe et c'était le prince quoi, il arrivait il se mettait en classe puis il discutait il regardait il écoutait quand ça le chantait il travaillait quand ça le chantait. Cet élément tout seul ça pesait sur l'ensemble du groupe parce que forcément autour de lui des gens qui par flemme étaient tentés de suivre un peu son mouvement, et ça c'était d'ailleurs celui dont la, on l'a pas fait passer en deuxième année alors qu'il était meilleur que beaucoup d'autres, on s'est dit il crée un poids dans la classe qui est négatif alors on l'a viré quoi
19	I	Il est parti, il n'est pas resté
20	Z.H.	Voilà, on l'a fait partir. Donc ça a fait un choc qui va permettre à cette classe qui est là en deuxième année et qui vient de passer ses concours qui a eu des résultats finalement pas mal en admissibilité donc on a bien fait de le virer
21	I	Je vais devoir les demander d'ailleurs ces résultats, pour voir le devenir des étudiants que j'ai suivis, je pourrai avoir ça par mail. Bon donc ils travaillent en sous-groupes. Est-ce que toi tu encourages le travail de groupe ? dans ta façon, dans ton organisation, dans tes conseils, est-ce que tu les incites à travailler ?

22	Z.H.	Alors je ne le leur répète pas tout le temps de travailler en groupes, je pourrai effectivement ce ne serait pas, on leur dit en début d'année sans doute dans les conseils généraux on leur dit plein de choses en début de l'année pour les aider à s'organiser, on leur répète de temps en temps, mais c'est pas répétitif que je dis tous les jours. En revanche là où je le permets c'est qu'en TD ça discute, je tolère un certain niveau sonore qui est quelques fois plus élevé que ce qui serait sain pour un travail dans le calme, mais je le tolère parce que pour moi ça échange quoi. Donc c'est dans ce sens que je permets un travail de groupe. Après c'est vrai que je vais pas aller dire, demander à un tel ou un tel, ça se fait tout seul aussi suivant les affinités c'est pas. C'est la dynamique globale de la classe et ça prend chez eux et on l'encourage ou ça ne prend pas et c'est dur à créer. C'est quelque chose qu'on essaye de créer mais c'est assez dur d'y avoir accès, soit ils s'entendent bien ou ils s'entendent pas quoi.
23	I	Oui. Alors il y avait un résultat intéressant, si tu veux c'est la deuxième question [montre histogramme], quand on leur demandait s'ils valorisent l'entraide, si l'entraide est aussi déterminante pour leur réussite que le travail personnel. On était à 80%, partout pas juste ici, presque qui disent que oui ils sont d'accord ou totalement d'accord avec le fait que l'entraide est déterminante, donc
24	Z.H.	Alors c'est vrai que ça me fait penser à quelque chose qu'a dit mon collègue Mr. F.J., il y a certains élèves qui étaient soutenus, c'est vrai j'y repense maintenant c'est ce groupe dont je parlais en TD, et une élève qui nous a quitté, elle est partie dans un truc HEC Montréal ou je ne sais plus quoi par une filière parallèle et une de ses amies qui en début d'année s'est un peu effondrée parce qu'elle n'était plus soutenue par elle. Et donc il y avait ce sous-groupe, ça ne touchait pas toute la classe, c'est pas un ensemble mais ce groupe était important quand même, puisque on a eu un problème en début d'année, je pense qu'ensuite elle s'est remise sur pied mais bon
25	I	Donc il y a quand même des formes d'entraide
26	Z.H.	Donc l'entraide ça compte, voilà. Et ils en sont conscients. C'était pas global, c'était en sous-groupes mais ça existait quand même.
27	I	J'avais noté une phrase d'un auteur dont je t'avais parlé dans un des mails, Darmon, elle dit qu'en sélectionnant les élèves en début de, dans le processus de sélection, les profs cherchent à construire une énergie collective dans la classe, en choisissant les élèves
28	Z.H.	En choisissant?
29	I	L'objectif c'est de construire une classe où on a eu une énergie collective
30	Z.H.	Alors, oui, bien sûr, l'énergie collective, on parle bien au niveau de la sélection quand nous on prend les dossiers tout ça ?
	I	Oui oui
	Z.H.	Alors dans l'idéal oui, en pratique on ne peut pas. Parce que les dossiers qu'on, on a les bulletins comment, les critères sont très très vagues. Le lien avec ça si tu veux on voit un élève qui bavarde tout le temps, dont les professeurs disent qu'il met une mauvaise ambiance bien sûr on ne le prend pas, parce qu'on ne veut pas de ça. On cherche, alors dans ce sens oui on

	cherche à créer un groupe autant que possible qui ait une bonne dynamique en ne recrutant autant que possible que des élèves qui ont une volonté de travailler, travailler ensemble aussi si possible, et ne pas bavarder tout le temps. Maintenant, on n'a pas vraiment la main là-dessus. Tout ce à quoi on a accès c'est quelques commentaires, des notes, un historique qui est assez faible et donc dans l'idéal on pourrait faire ça mais en pratique enfin c'est très aléatoire.
I	Et est-ce que tu sens qu'il y a une solidarité, mis à part les sous-groupes, en termes de je ne sais pas, réclamations qui concernent toute la classe, des négociations ? est-ce qu'ils essayent de faire
Z.H.	Quelque fois, quelques fois, mais c'est pas fondamental, ça reste sur des points de détails : monsieur je ne sais pas quoi on rajoute un cours quelque part, on discute, est-ce qu'on peut commencer à 9h au lieu de 10h, est-ce qu'on peut déplacer tel devoir surveillé, donc le délégué va venir me voir en disant est-ce que, ça nous arrangerait si... C'est arrivé une fois l'année dernière sur un truc qui n'était pas très important, une demande qui n'était pas vraiment fondamentale, c'est juste qu'ils avaient je ne sais quoi à rendre la veille. Ça arrive mais c'est pas essentiel.
I	D'accord. Bon je laisse des choses, si on a le temps je reviens dessus, et je passe au deuxième thème, donc ça concerne les difficultés. Il y a d'une part les difficultés que rencontrent les élèves chez eux en travaillant en préparant, et d'autre part ce qui peut être en rapport avec des difficultés dans la classe donc pendant le cours. Donc par exemple ce que j'avais noté c'est que pour cette promo en fin d'année par rapport au fait de trouver qu'il y a beaucoup d'interrogations et qu'ils n'ont pas le temps de se préparer. On a un taux qui est d'environ 30%, plus que les autres S si je veux comparer comme ça, mais ça veut rien dire c'est juste en regardant les graphiques. Est-ce qu'il y a une raison, est-ce que tu pourrais, est-ce que tu as ce ressenti, est-ce qu'ils t'en ont parlé, est-ce que tu avais changé des choses par rapport au nombre d'interrogations, au rythme d'interrogations ?
Z.H.	Non je n'ai rien changé, ce qui se passe c'est que moi j'aimerais bien en faire plus.
I	De ce que j'ai vu dans ce que tu m'as écrit c'est que tu as quand même environ 11 devoirs-type, euh c'est les devoirs du samedi ?
Z.H.	Voilà c'est les devoirs du samedi, il y en a 10 ou 11 selon les années un truc comme ça. Ce qui manque c'est les interrogations en cours qui devraient avoir lieu, dans certaines prépas ils font ça toutes les semaines. Moi je n'ai pas le temps de le faire pour l'instant, peut-être que j'arriverai un jour à m'organiser, à organiser le cours différemment pour en être capable. J'aurai plutôt envie de dire, ça c'est mon point de vue d'accord ? qu'il n'y en a pas assez.
I	Bon ils ne sont pas très nombreux mais ils sont quand même un peu plus nombreux qu'ailleurs. Est-ce que
Z.H.	Je pense que l'interrogation c'est le bout du travail. Ce qui leur pose problème c'est les questions qu'il y a au-dessus, à mon avis, comment je, je sais plus où donner de la tête quoi. Par exemple, c'est lié à ça mais c'est sur

	<p>l'ensemble c'est plus global. Il y a quelque chose dont on a discuté entre collègues cette année pour essayer de comprendre ce qu'il se passait, il y a quelque chose qui est complètement neuf pour eux, c'est les colles. Encore les colles de maths ils s'y font vite parce que c'est juste des exercices donc il faut qu'ils connaissent leurs cours et ça c'est le travail qu'on leur demande de toute façon, et après ben ils passent en direct et ils y vont, ils savent ils savent pas faire, en général ils ne savent pas faire mais c'est pas grave, s'ils savent leur cours en chemin on les aide à construire. Il y a une chose qui elle est complètement neuf et qui est difficile c'est les colles d'histoire, par exemple colles de philo aussi mais, où ils doivent arriver à faire un commentaire sur une question, et là c'est à eux de construire en un temps assez court. Alors on leur laisse pas un temps limité pour la préparation, la collègue d'histoire leur laisse, leur donne le sujet avant chez eux. Et ce qu'on a constaté c'est qu'ils passaient un temps énorme à préparer cette colle d'histoire au détriment de l'apprentissage du cours de toutes les disciplines. Ils y passent 6-7 heures pour une colle. À côté de ça ils n'ont pas revu leur cours de maths ou même leur cours d'histoire. Donc c'est complètement délirant quoi. Ils dorment pas... alors du coup ils arrivent aux interros et ils savent pas, ça devient en trop parce qu'ils n'ont pas eu le temps de faire leur colle d'histoire. Bon il y a un problème d'organisation chez eux, voilà.</p>
I	<p>Oui si on regarde les autres problèmes c'est clair, on voit le pourcentage d'étudiants qui ont des problèmes à s'organiser, se mettre au travail, c'est clair. Le taux est inférieur mais si je l'ai noté c'est parce que il était quand même plus fort qu'ailleurs, donc je me suis dit peut-être c'est en rapport justement avec le nombre de DS qui se font. Est-ce qu'ils ont râlé, est-ce qu'ils ont dit qu'il y en a trop ou pas ?</p>
Z.H.	<p>Non ils ont pas râlé, ça les DS ils les prennent, alors peut-être un truc grave c'est possible, j'ai pas eu de réclamation, ils sont informés en début d'année donc je pense que psychologiquement</p>
I	<p>Et tu restes sur les mêmes, le même nombre le même système ?</p>
Z.H.	<p>Oui on a un rythme assez simple, quatre semaines. Ce qui fait quand même qu'on en a 10 ou 11 c'est qu'on fait 3 concours blancs ce qui n'est pas le cas partout. Ça compte. Dans les concours blancs on a deux épreuves de maths par concours blanc sauf le dernier où il n'y avait qu'une, c'est ça qui augmente le nombre considérablement. Donc il y a une semaine où ils ont plein d'épreuves dont 2 épreuves de maths. Sinon le rythme c'est 1 toutes les quatre semaines, ça reste un rythme raisonnable à mon avis, il faut bien ça.</p>
I	<p>Et d'une semaine à l'autre tu fais des DM, tu ne fais pas du tout d'interros, une forme d'interrogation noté ? donc c'est les DM et après c'est les contrôles du samedi toutes les quatre semaines ?</p>
Z.H.	<p>Voilà c'est ça. En début d'année j'essaye quand même, je me force à placer des interros de cours d'une heure comme ça en début de semaine, mais c'est là que je n'arrive pas à en faire suffisamment, je n'ai pas le temps.</p>
I	<p>Tu en fais combien à-peu-près ?</p>
Z.H.	<p>2-3, c'est pas assez! 2-3 l'année et encore les 2-3 elles sont en début d'année pour les mettre au travail. L'année dernière c'est ce que j'ai fait, cette année</p>

	j'ai essayé encore autre chose qui est de les faire passer au tableau en questions de cours et ça a eu un bon effet parce qu'ils aiment pas être au tableau surtout devant les autres en plus. Ce qui fait qu'ils apprenaient leurs cours et qu'ils copiaient le cours ce qui était bête et méchant, mais ça a eu un effet positif, mais je l'ai pas fait l'année dernière.
I	D'accord, c'est des choses qui changent. Bon là je passe aux problèmes qu'il peut y avoir en classe et comment on réagit. Donc est-ce qu'on pose des questions au prof, et là systématiquement partout on voit qu'il y a une baisse, une baisse significative par rapport à la fin de la terminale, donc les étudiants posent beaucoup moins de questions
Z.H.	Effectivement moi je m'en rends compte, c'est certain
I	À quoi est-ce que tu attribues ça ? pourquoi ? est-ce que le fait de favoriser les questions ?
Z.H.	Oui, même limite ça devient fatiguant, je le fais peut-être trop, j'ai systématiquement des phrases que je laisse non terminées et j'attends que ce soit eux qui les terminent, c'est une façon de les garder en éveil. En pratique c'est toujours les mêmes qui terminent les phrases donc c'est sûr que ceux qui veulent dormir, bon, je vais les chercher quelque fois mais
I	Terminer les phrases à l'écrit ? à l'oral ?
Z.H.	à l'oral, je leur explique quelque chose, ou même à l'écrit je laisse la phrase en suspens et j'attends qu'ils écrivent. D'ailleurs c'est, je vais y revenir mais effectivement ce qui est frappant à la fois l'année dernière et cette année d'ailleurs ça arrive, il y a des élèves qui en début d'année posent plein de questions, et ils ont raison d'en poser parce qu'ils sont faibles, ils ont pas compris, ils veulent être sûrs, et c'est bien ça aide tout le monde, je leur dis d'ailleurs. Et qui au fur et à mesure au bout de quelques mois se fatiguent de poser des questions, parce que je pense il y a la comparaison avec le reste de la classe, il se trouve que les deux exemples auxquels je pense, un l'année dernière et un cette année, ce sont des élèves assez faibles, et qui ont progressé bien sûr mais pas autant qu'ils espéraient ou qui progressaient peut-être moins vite, ils avaient l'impression, c'est souvent une impression pas la réalité, ils se disent je dois poser des questions bêtes ou pas, évidemment quand je réponds je ne dis jamais euh, je réponds toujours de façon complète étant conscient que eux ils posent la question heureusement parce que c'est toujours pareil je leur dis d'ailleurs. Et c'est vrai que le nombre de questions a tendance à diminuer chez ces élèves là. Par contre il y en a d'autres, c'est ceux qui sont plus en confiance parce qu'ils arrivent à progresser avec leurs difficultés, mais qui progressent et puis ils sont bien placés dans la classe, ceux-là continuent à poser des questions, ça change pas, voir augmente plutôt parce qu'ils sont plus en confiance. Mais chez les faibles effectivement ça s'éteint assez vite et je pense que c'est une gêne vis-à-vis de la classe.
I	D'accord. Bon on peut regarder les deux premières là [montre histogramme], on voit par exemple qu'on a plus d'élèves qui trouvent le cours rapide, ils ne sont pas encore très nombreux
Z.H.	C'est pas très nombreux ça m'étonne d'ailleurs je me suis attendu à quelque

		chose de bien pire
I		Oui mais il y en a moins qui se trouvent distraits. Alors est-ce que tu es d'accord ?
Z.H.		Il y en a beaucoup qui sont distraits, ils ne s'en rendent pas compte
I		On est déjà à 45%
Z.H.		C'est déjà pas mal, mais je pense, alors oui est-ce que c'est l'ordre de grandeur ce qui fait déjà beaucoup trop, alors ça correspond à la réalité que c'est bien qu'ils se trouvent distraits, ils ont du mal à rester concentrés
I		Mais il y en a plus qui trouvent le cours rapide mais ils ne sont pas très nombreux par contre donc
Z.H.		C'est ça qui m'étonne oui, la première case, le rythme du cours semble rapide, qu'il y ait si peu qui le trouvent trop rapide, ça m'étonne parce qu'en pratique moi je vois bien le temps qu'ils mettent à recopier ce que j'écris au tableau, ça met un temps fou quoi, d'ailleurs c'est là que ça fait des disparités dans la classe parce qu'il y en a qui prennent notes correctement, il y en a qui ne savent pas prendre notes, et du coup il y en a qui s'en sortent pendant que d'autres prennent un peu de retard
I		Justement le thème dont on parle donc ça tombe bien. Donc on regarde tout ce qui concerne la prise de notes. Juste, je sais qu'on déjà évoqué certaines choses avant mais juste pour mettre au clair. Donc est-ce que tu leur donnes un polycopié
Z.H.		Oui maintenant oui. Alors l'année dernière je l'ai donné vers la fin de l'année parce que j'avais besoin d'accélérer parce que la prise de notes prenait trop de temps. Donc j'ai fait ça, mais en début d'année, sur la première moitié de l'année je ne faisais pas ça
I		Pas du tout ?
Z.H.		Tout était écrit au tableau
I		D'accord
Z.H.		Absolument tout, donc le cours de maths j'écris tout quoi, donc ça prenait du temps, c'est pour ça l'année avançant j'ai changé ma méthode et j'ai commencé à donner des polys. Alors je suis allé extrême opposé l'année dernière je donnais des polys complets
I		Et tu n'écrivais plus rien au tableau ?
Z.H.		Alors si, quand même je développais les exemples, mais même limite je recopiais des choses qui étaient déjà écrites sur le poly parce que c'était important qu'ils suivent en même temps que moi le raisonnement donc quitte, même si c'était déjà écrit sur le poly quitte à leur dire suivez, ne vous inquiétez pas je l'ai écrit donc vous n'avez pas à prendre de notes mais je veux que vous soyez avec moi dans le raisonnement. Donc c'est déjà écrit ne vous occupez pas de la prise de note, c'est tellement lent quand on veut essayer de faire autre chose, soyez avec moi attentifs et on y va. Alors la difficulté dans ces cas là c'est qu'ils profitaient, et il y en a beaucoup qui au fût et à mesure se disaient je n'ai pas à écrire donc je n'ai pas à travailler et je discute avec le voisin.
I		Donc le fait de les faire écrire ça les pousse quand même

	Z.H.	Ça comment dire
	I	Il va y a voir les deux je pense, il y en a qui n'écotent plus
	Z.H.	Ben il y a de tout c'est sûr. Donc ceux qui ont tendance à se déconcentrer et décrochent tout de suite, alors qu'au contraire c'est quelque chose c'est l'occasion d'être plus, de comprendre en direct, non. Il y en a qui viennent parce qu'ils sont fatigués et ils écrivent s'il y a quelque chose à écrire ils écrivent sans comprendre en se disant je verrai ça chez moi plus tard, en pratique c'est des élèves qui justement devraient être en situation beaucoup plus attentifs pour s'aider mais ils ne s'aident pas, donc là j'ai de l'appel à l'ordre à faire régulièrement. C'est pour cela cette année j'ai un peu changé, je fais un poly à moitié
	I	À trous ?
	Z.H.	alors je ne développe rien quoi, je mets les énoncés, je mets les remarques simples, mais même les remarques et les énoncés appellent à une prise de notes en plus alors je rajoute des choses au tableau, des démonstrations par exemple sont faites au tableau. Je fais un truc intermédiaire pour les garder en éveil parce que sinon au bout d'une demi-heure à lire un poly il n'y a plus personne, enfin si il y a un groupe de sérieux qui sont là qui se forcent mais même eux se fatiguent
	I	C'est toi qui lisait le poly ?
	Z.H.	Je lisais le poly
	I	Ou tu demandais aux élèves ?
	Z.H.	Alors une fois ou deux ça m'est arrivé parce que ça m'énervait qu'ils décrochent, j'ai demandé à un élève de le lire, mais alors ça va freiner des quatre fers, ils lisent à haute, à basse voix on entend rien, c'est disciplinaire ils le savent et ça marche pas, on est complètement en dehors du coup quoi. Donc c'est moi qui le lisais, on m'interrompt tout le temps pour faire des commentaires et pour écrire des choses au tableau, mais ça a pas pris parce qu'ils étaient assez vite fatigués, assez vite ils décrochent. Bon c'est des remarques globales bien sûr c'est tout un tas de cas particuliers ils ont chacun leur approche mais
	I	Alors là j'ai les [montre diagrammes], il faut juste penser que c'était en début et fin d'année, alors en début d'année je recopie tout ce que le prof etc. et en fin d'année c'est pareil on est à 95% qui recopient tout
	Z.H.	Oui alors, c'est toujours pour les maths ?
	I	Oui c'est toujours pour les maths, ça l'est dans tout le questionnaire, après s'ils ont pensé à d'autres disciplines à autre chose c'est le problème d'un questionnaire, mais je le rappelais à plusieurs reprises que c'est que les maths
	Z.H.	D'accord, alors pour les maths il n'y a pas d'ambiguïté pour eux, ils savent qu'ils doivent tout recopier, donc c'est normal que ça n'a pas beaucoup bougé
	I	Oui alors même quand tu es passé de pas de poly à avec poly complet ils ont continué, ils ont appris à copier
	Z.H.	Oui c'est ça, et puis à la limite il vaut mieux qu'ils copient, s'ils le font pas je leur demande de l'écrire, sauf exceptionnellement je leur dis là c'est pas la peine j'ai déjà écrit mais écoutez ce que je dis mais la plupart du temps il

	faut qu'ils recopient parce que ce que j'écris a une importance
I	Et est-ce que tu dis beaucoup de choses à l'oral qu'il faut qu'ils notent ? des commentaires oraux, pas des commentaires disciplinaires mais je veux dire des commentaires en rapport avec le cours de maths qu'ils sont censés noter
Z.H.	Alors j'en dis beaucoup
I	Qu'ils sont censés noter ?
Z.H.	En général non, je me débrouille pour noter ce qu'il faut écrire
I	Parce que je regarde aussi le taux de je prend notes à partir des commentaires du prof, et là on voit qu'il y en beaucoup moins donc ça pourrait s'expliquer par le fait que tu n'en dis pas
Z.H.	Ah oui, si je ne leur demande pas de le faire, je fais beaucoup de commentaires en plus mais disons qu'en gros je répète tout 4-5 fois parce que quand je dis une fois il y a la moitié qui n'a pas entendu, deuxième fois
I	Tu leur dis notez ça, écrivez ça, des choses que tu n'as pas au tableau ?
Z.H.	Non. Quand vraiment je veux qu'ils notent je l'écris parce que sinon. C'est terrible, mais je leur dis une fois vous faites, vous prenez l'exercice 2 dans la feuille, on est en TD ils savent qu'ils vont faire les exercices du TD, je leur dis faites l'exercice 2, trois minutes après j'en ai plusieurs qui ne savent pas quel exercice il faut faire, on en est là. Je le dis une deuxième fois, je l'écris si ce n'est pas écrit, je suis sûr qu'il y a la moitié qui n'a pas entendu. Même si je marque attention, c'est pas possible quoi, il y a un problème de déficit d'attention qui est tel qu'il y a toujours une proportion d'élèves qui note pas ce que je dis, donc je ne tente même pas le coup. Je l'écris, si c'est important je l'écris parce que sinon c'est même pas la peine.
I	Et là le troisième item c'était s'ils ajoutent eux même des commentaires et signes personnels, on a plus de la moitié qui disent le faire
Z.H.	C'est bien
I	Alors est-ce que tu l'encourages? Est-ce que tu le détecte ? est-ce que le pourcentage
Z.H.	Alors je ne l'ai pas détecté, mais ce que je détecte c'est quelque chose de beaucoup plus anodin je trouve, ils surlignent maintenant sur le poly, alors l'année dernière au début ils avaient pas de poly mais dès qu'ils en ont ils surlignent
I	Au lieu de recopier ils surlignent ou en même temps?
Z.H.	Ben quand je lis, voilà on va lire l'énoncé du théorème ensemble, voilà il y a ça il y a ça, je leur dis que cette hypothèse est importante, enfin ça m'est arrivé de leur dire ça vous encadrez en rouge ou soulignez en rose, enfin faites ce que vous voulez mais il faut vraiment que ça se voit parce que c'est vraiment crucial ce truc est important, à la limite ça c'est moins important, je hiérarchise l'importance de ce qui est écrit et donc ils sont aptes à surligner. Le problème c'est que quand on voit leur poly il est surligné partout quoi [rires] ils colorient leur page en bleu quoi, ils soulignent les théorèmes, ça sert à rien, donc ils ne savent pas faire. Peut-être que je pourrai m'impliquer plus bon, je mentionne les points importants et c'est peut-être ça qui amène leurs commentaires personnels
I	Donc ils pourraient marquer important ou point d'exclamation

	Z.H.	Voilà, j'ai le sentiment que souvent c'est mal fait, de ce que je perçois quand j'ai les yeux qui vont sur les polys, moi ce que je vois c'est un tas de trucs surlignés partout donc
	I	Il n'y a pas vraiment de sélection. Après ils indiquent pas trop les points qu'ils n'ont pas compris mais ça c'est partout
	Z.H.	Bon ça c'est lié à la méthode de travail
	I	C'est toujours pendant le cours
	Z.H.	Oui oui je comprends. J'en ai vu bon ça c'est cette année j'ai des gens qui sont plus actifs cette année, ils venaient me voir et me disaient attendez je cherche dans le poly et ils avaient mis une croix à tel endroit qu'ils avaient pas compris effectivement. Donc c'est certain
	I	Mais cette croix ils l'ont mise en revenant chez eux, en regardant le cours, ils cherchent les questions qu'ils veulent te poser
	Z.H.	Il y a des deux. Je pense qu'il y a en, il y a certains qui sont venus me voir à la fin du cours, et ils avaient noté pendant le cours que là ils avaient pas compris. Mais encore une fois c'est très particulier c'est chez les élèves qui sont bosseurs qui sont plutôt bons, qui peuvent se permettre de suivre pendant le cours et c'est cette année, l'année dernière je n'ai pas eu ça. Donc ça reste très minoritaire
	I	D'accord. C'est le fait de réussir à prendre notes à comprendre à tout faire en même temps
	Z.H.	Le problème c'est qu'il n'y en a pas beaucoup qui arrivent à être dans l'échange en direct. La plupart s'estiment, d'ailleurs se jugent à tort, ce que je leur dis, se jugent tellement dépassés qu'ils essaient même pas, c'est ça qui. C'est le point qui est difficile c'est de leur faire passer qu'ils en sont capables. Il y en a beaucoup qui disent je suis fatigué j'ai envie de dormir tant pis je vais recopier, je suis assis je recopie et ça ira ça passera comme ça, il reste combien de temps il reste un quart d'heure allez il reste un quart d'heure. Il y en a beaucoup qui tombent à une certaine période de l'année je ne sais pas quand il fait trop froid la veille ou la semaine avant les vacances c'est toujours comme ça. Et donc on n'est pas dans cet échange et encore moins dans la prise de notes efficace ou le truc tiens moi j'ai pas compris. Moi j'essaie de les appeler à être présents, à faire ça mais beaucoup ne le font pas donc ça correspond au pourcentage
	I	Bon, le quatrième thème c'est l'organisation du travail et des révisions. Alors déjà avant de voir eux ce qu'ils font, toi comment est-ce que tu perçois la meilleure organisation temporelle du travail personnel, que ce soit le travail ordinaire d'une part et d'autre part le travail pour une épreuve ou un DS ? Quels sont les conseils que tu leur donnes ?
	Z.H.	Alors le conseil que je leur dis c'est il ne devrait pas y avoir presque, à la limite, de travail supplémentaire pour un DS, pour une colle, votre travail c'est le soir même. Je travaille les cours du jour même, et après je, bon ça n'interdit pas de réviser avant un DS bien sûr mais normalement c'est un roulement, et ça je leur dis, je le dis pas tous les jours mais je le dis plusieurs fois quand même, surtout les quelques uns qui aiment me poser des questions je leur répète je leur rappelle pour moi c'est un travail continu, et le fait qu'il

		y ait un DS ben il faut bien qu'ils soient évalués de temps en temps. Et à la limite s'ils ont vraiment fait ce travail continu ils jettent un œil sur le cours encore mais c'est pas plus que ça c'est ce que je j'attends d'eux. En pratique c'est pas ce qu'il font, enfin d'après ce qui se dit, mais on voit bien en pratique ils sont tellement débordés qu'ils se disent j'ai un DS d'histoire pendant une semaine je fais faire de l'histoire, la semaine prochaine j'ai maths histoire ça passera après je fais des maths pendant une semaine, ils fonctionnent comme ça, et souvent j'ai des questions avec
	I	Mais ça ça explique par exemple si on regarde l'item pour les révisions d'un DS je m'y mets, le pourcentage de personnes qui s'y mettent une semaine avant est remarquable dans ta classe, donc c'est peut-être ça, ils s'y mettent une semaine avant, ils ne font que des maths pendant cette semaine-là
	Z.H.	Oui c'est ça
	I	Mais de toute façon tout le monde s'y met à l'avance, alors les modalités c'était au dernier moment, la veille, donc ça c'est pas bon c'est en clair [montre l'histogramme], deux jours avant ou une semaine avant, c'est en foncé.
	Z.H.	Donc il y en beaucoup qui anticipent quoi
	I	De toute façon tu as tout le monde qui anticipe, donc entre les deux, ils anticipent même si c'est deux jours avant comparés aux autres. Mais il y a un pourcentage très très fort de ceux qui s'y mettent une semaine avant et ça c'est remarquable. Alors ça c'est les révisions régulières ordinaires on va dire, on a aussi un taux très fort de ceux qui travaillent par période ou régulièrement d'une séance à l'autre, et tu n'as pas beaucoup d'élèves qui travaillent juste à l'approche des contrôles, en comparant si tu vois juste les effets de couleurs comme ça c'est quand même remarquable. À ton avis qu'est-ce qui fais que ça favorise ça dans ?
	Z.H.	Alors d'abord il n'y a pas que moi, on fonctionne en équipe pédagogique et on a un coordinateur qui est leur professeur d'anglais
	I	Qui est le prof principal qui fait tout?
	Z.H.	Officiellement il est prof principal, il s'occupe beaucoup d'eux, il les reçoit individuellement en octobre
	I	C'est lui qui fait le colloscope et tout?
	Z.H.	C'est moi qui fais le colloscope
	I	D'accord donc c'est pas la même personne, ça change d'un lycée à l'autre
	Z.H.	Oui là on s'est réparti les tâches comme ça, en gros tout ce qui est un peu technique organisation de colles et tout ça c'est les matheux qui s'en occupent, tout ce qui est humain [rires] bon ça n'empêche pas qu'évidemment on peut discuter avec les élèves, mais lui il s'occupe vraiment d'eux, comme un parent quelques fois. Donc il leur fait, et c'est là où ça apparait je pense l'organisation du travail, il leur fait presque il les aide à faire des plans
	I	Justement c'était ma prochaine question, si tu les encourages à organiser un plan. Donc il y a quelqu'un
	Z.H.	C'est lui qui le fait. Il les prend en charge, il leur dit si vous voulez on en discute ensemble de votre planning, tel jour je vais travailler, ils font même

		des plannings détaillés, certains me disent là j'ai pris mon goûter à telle heure
I		Et ça fait combien de temps qu'il fait ça
Z.H.		Ça fait des années
I		Parce qu'on le voit beaucoup dans les deux classes ici, donc la tienne mais aussi celle de l'année d'avant, ce qu'on ne voit pas ailleurs
Z.H.		Il le faisait déjà lorsque je suis arrivé, ça fais plusieurs années, peut-être 3 ans qu'il fait ça je ne sais pas comme j'étais pas là avant. Et ça il y en a que ça aide, oui ça les aide que déjà ils se sentent soutenus ce qui est énorme même s'ils arrivent pas à respecter leur planning, mais déjà qu'ils en parlent c'est énorme pour eux
I		Oui oui, il y avait la modalité je fais un planning mais je ne le respecte pas
Z.H.		oui c'est ça
I		Là quand même il y a beaucoup comparés aux autres
Z.H.		C'est ceux-là, je pense que ça vient de là, c'est pas moi c'est le collègue d'anglais qui s'investit énormément là-dedans
I		Et il y a une coordination entre les différents profs pour répartir les
Z.H.		Il n'y en a pas beaucoup, pour répartir quoi
I		Le travail, pour voir s'ils sont débordés en maths, ou plus en histoire
Z.H.		Non on ne se met pas d'accord dessus, on les prévient que ça va y aller quoi, il y a du travail et c'est à eux de s'organiser. On en a discuté récemment justement parce qu'il y a eu le problème des colles d'histoire qui prenait un temps déraisonnable, donc on en a discuté entre nous là il y a deux mois
I		Et vous avez trouvé une solution ?
Z.H.		Pas vraiment, on voulait voir si on ne pouvait pas changer le format de la colle d'histoire en début d'année du moins, après on arrive au format sur lequel ils sont interrogés mais on est en train, c'est en cours de discussion parce qu'on se dit qu'il y a un problème pédagogique clairement
I		Bon, enfin c'est remarquable. Le thème cinq c'est tout ce qui concerne le travail entre deux cours ou bien d'une séance à l'autre. Donc pour moi c'était entre deux cours donc entre deux cours de maths ça peut être le lendemain ou pas. Et donc il y a la partie qui concerne le cours et la partie qui concerne les exercices. Donc par exemple on a plus de la moitié des élèves qui ne reviennent pas régulièrement sur les points qu'ils n'ont pas compris en classe. Par exemple, ils sont encore plus nombreux à ne pas relire le cours en entier. Donc là je suis sur la première et la troisième [montre histogrammes]. Donc à quoi est-ce que tu attribues cela ? on a, pareil, on a plus que la moitié qui n'apprend pas le cours d'une fois sur l'autre, donc
Z.H.		Oui oui je sais, c'est clair, je le ressens bien. [silence]
I		Est-ce que, donc tu en a parlé tout à l'heure brièvement mais puisque là c'est dans le contexte, tu les incites vraiment à le faire ?
Z.H.		Là pour le coup c'est quelque chose que je dis que je répète que je répète toute l'année jusqu'à la fin de l'année je le répète
I		Est-ce que tu leur dis qu'il y a un certain nombre d'heures de travail qu'il

	faut qu'ils fassent
Z.H.	Je leur donne pas un nombre d'heures de travail parce que ça varie, je pense que ça varie énormément d'une personne à l'autre. La façon de lire un cours c'est tellement personnel que je ne vois pas comment je pourrai donner un conseil valable pour une majorité d'entre eux. Par contre je leur dis très concrètement ce que c'est qu'apprendre un cours, je leur dis là vous devez être capable de faire ceci cela, lire un truc c'est pas juste le lire avec la radio à côté. Donc je précise les modalités, ce que c'est la lecture de cours, les questions qu'ils doivent se poser, les questions qui doivent, je leur dis concrètement je leur répète plusieurs fois par exemple tel théorème tel exemple vous le lisez c'est une chose, vous refermez vous essayez de le faire, la première fois vous y arriverez pas c'est normal
I	Le faire oralement ou par écrit ?
Z.H.	Par écrit vous essayez de refaire oui
I	Donc une restitution des définitions, des théorèmes, des hypothèses,
Z.H.	Voilà disons ça, ce qui implique donc, ça implique pour être capable de restituer d'avoir compris, c'est pour ça je leur dis vous y arriverez pas c'est normal, vous recommencez, vous rouvrez vous dites ah oui qu'est-ce qui a manqué, qu'est-ce qui fait que je n'ai pas réussi, ah mais c'est ça, j'essaye de les provoquer pour montrer qu'il faut une réflexion sur la façon dont ils appréhendent le cours
I	Parce que c'est pas juste une histoire de retenir les formules et les théorèmes
Z.H.	Non, c'est plutôt que à court terme si, je réduis à ça, cette année ce que j'ai rajouté les interros orales c'était bête et méchant, c'est-à-dire vous passez au tableau je demande la formule de machin, vous la savez vous la savez pas, vous la savez pas vous allez la revoir et la recopier 20 fois pour la semaine prochaine. J'ai fait ça, je me suis ramené à des outils bêtes et méchants parce que ça a eu pour effet qu'ils se sont mis à apprendre
I	Et tu as fais ça toute l'année ou à un moment ?
Z.H.	Alors j'ai fini par laisser tomber parce que j'avais plus le temps, il fallait que j'avance, si j'avais pu j'aurais fais ça toute l'année. Ils ont compris, d'autres ont lâché parce que beaucoup sont encore des enfants et tant qu'on ne force pas ils ne le font pas. Alors malgré tout donc à la fin de l'année, c'était déjà le cas il y avait pire l'année dernière, des gens qui arrivent en cours sans avoir relu, ils ne savaient pas de quoi je parle. Donc je leur dis je le répète vous êtes censés, c'est quelque chose que je répète tout le temps parce que c'est le fondement de tout quoi, s'ils ne relisent pas leur cours on ne peut rien faire. Donc j'insiste énormément, et effectivement je constate que j'ai beau insister, même leur dire dans le détail comment on fait, comment ils peuvent tester voir s'ils ont compris ou pas
I	C'est-à-dire fermer, essayer de
Z.H.	Voilà fermer, essayer de refaire, se rendre compte qu'on y arrive pas je leur dis c'est normal, et recommencer, réussir une deuxième fois ou peut-être ne pas y arriver encore en entier c'est normal, recommencer. Je leur dis ça prend du temps, ça sera très long au début, c'est là qu'il faut fournir l'effort et réessayer, vous verrez ça finira par venir, c'est une gymnastique si vous

		l'entretenez pas ça viendra pas. Et c'est là il y a un passage où vraiment, c'est là où tout se joue, il y a un vrai passage difficile, et il y en a beaucoup qui le font mollement et puis qui à la fin ne le font plus quoi, j'ai beau le répéter ils ne le font pas
	I	Tu penses qu'ils le font plus pendant le weekend qu'en cours de semaine ?
	Z.H.	Je pense oui, en général ils attendent le weekend ou alors ils attendent peut-être des soirées où ils ont moins à faire je ne sais pas. Je pense que leur semaine s'organise de façon assez aléatoire. Le fait est que nous ce qu'on leur donne est régulier, donc il y a une organisation de la semaine qui se fait d'elle-même quoi, parce qu'étant donné ce qu'on leur donne nous il y a une forme de régularité. Mais ils sont ils font comme ils peuvent, à mon avis c'est plutôt ça. Et puis à force ils se fatiguent et certains baissent le niveau quoi parce qu'ils en ont marre
	I	Et si on regarde les exercices, ils sont encore moins nombreux à faire les exercices qui sont donnés d'une séance à l'autre
	Z.H.	Oui c'est même optimiste les chiffres qu'ils te donnent
	I	Alors tu en donne régulièrement des exercices à faire entre, d'une séance à l'autre ? Ça fonctionne comment, tu fais ton cours, tu
	Z.H.	Alors je le fais plus
	I	Tu le faisais l'année dernière ?
	Z.H.	Non l'année dernière non plus, je leur disais ça, je vous donne la feuille d'exercices quelques jours avant le TD, vous êtes censés les chercher les exercices. L'ennui c'est que
	I	Et tu fais les exercices qu'en TD ? tu leur donnes
	Z.H.	Et je fais les exercices en TD, et en cours quelques fois aussi parce que le TD suffit pas
	I	Mais c'est pas quelque chose que tu leur donnes à chercher ?
	Z.H.	Ben ils ont la feuille avant, mais je leur dis pas tout tel jour vous cherchez tel exercice, parce qu'à côté ils ont les devoirs maison, qui portent sur des bouts de thèmes, qui sont adaptés, je regroupe dans les DM des thèmes importants, et ils sont censés les chercher. Mais même les DM qu'ils sont censés chercher ils ne les cherchent pas.
	I	Donc tu ne vérifies pas vraiment, tu ne contrôles pas ?
	Z.H.	Non. Enfin je contrôle je me rends compte qu'ils ne le font pas
	I	Pendant le TD
	Z.H.	Concrètement, pendant le TD je me rends compte qu'ils n'ont pas cherché
	I	D'accord. Et tu les sollicites pour la correction pendant le TD ?
	Z.H.	Autant que possible, mais le problème, il y a un problème de niveau, ils sont assez vite lassés même sur des choses simples, donc je fais face au niveau de la classe quoi, c'est que je ne peux pas... même un exercice type ils vont avoir un mal fou à l'appréhender, et même ceux qui ont essayé de chercher tous seuls sont venus à la conclusion tout de suite, erronée, mais qu'ils n'y arrivaient pas, et même des bons parfois il faut que je les pousse, attendez là vous en êtes capables, ne pas chercher c'est pas bien. Donc je vais les chercher, les bons je peux me permettre de les embêter un petit peu, ils s'y

	mettent quelques fois, et ceux qui sont plus faibles ils sont tellement désemparés que s'ils ne sont pas avec moi sur le dos, je leur traduis l'énoncé je leur traduis la conclusion et j'essaye de les aider à faire le lien entre les deux, là quand ils font l'effort ils y arrivent, mais sans aide à chaque seconde à chaque pas ils n'y arrivent pas, de là à chercher les exercices tout seuls chez eux ! certains essaient je pense mais ils essaient les premières semaines, puis ils disent j'y arrive pas j'y arrive pas j'y arrive pas puis ils finissent par en avoir marre. Alors je ne compense pas ça en baissant le niveau des exercices et en admettant moins, parce qu'il faut quand même qu'on avance, tu atteints un stade où je ne peux pas baisser le niveau plus que ça parce que je n'ai pas le temps de tourner en rond tant que ça. Là c'est le problème des prépas avec les quantités de choses qu'ils ont à apprendre et ce qu'ils savent déjà. Le déséquilibre, c'est là qu'on sent précisément le déséquilibre entre le niveau qu'on attendait d'eux au lycée et le niveau qu'on attend d'eux en prépa. Il y a une marge et là c'est à eux de fournir l'effort. Alors c'est pour ça que je compense par contre en mettant dans le cours beaucoup d'exemples, qui sont des exemples types.
I	Que tu fais dans le cours ?
Z.H.	Les exemples basiques que je mets pas en TD, des trucs vraiment de base je les fais en cours je les traite je les fais au tableau, et je leur dis
I	Tu les laisses chercher ?
Z.H.	Quelque fois, mais encore une fois c'est une question de niveau. C'est que je pourrai les laisser chercher je me rends compte quelques fois je leur dis allez-y essayez, c'est une application directe du théorème qu'on vient de voir vous l'appliquez vous faites ça. Et j'en ai beaucoup qui restent là à regarder dans le vide l'énoncé de l'exercice sans même savoir, il y en a qui trouvent des moyens de détourner. Tout ça c'est psychologique, c'est pas qu'ils se mettent, ils prennent leur feuille de TD et ils recopient très lentement l'énoncé, ça ne sert à rien mais ils font tout ce qu'ils peuvent pour gagner du temps et ne pas avoir à chercher pour ne pas être confrontés au fait qu'ils n'y arrivent pas quoi, alors que ce que je demande c'est une application directe de l'énoncé. Donc il y a un tel recul de leur part, un rejet qui je pense remonte à des années de collège de lycée, de méthodes de travail qu'ils n'ont pas, que face à ça je laisse un petit peu quand même une ou deux minutes puisque je n'ai pas tant que ça du temps non plus, pour ceux qui ont la capacité de chercher un petit peu, et assez vite je fais l'exemple et je leur dis après là dans le cours vous avez 10 exemples sur différents thèmes d'application directe, après il y a le TD.
I	Quel est le ratio cours/exercice dans ton cours globalement en maths, hors TD ? donc dans les séances de cours, en moyenne, à peu près
Z.H.	Je dirai 50-50, encore plus ça a évolué cette année parce que, oui on est bien à 50-50 en termes de temps passé, je passe beaucoup de temps, ce qui me prend du temps en cours c'est de traiter les exemples. Parce que lire un énoncé de théorème, je perds, quelque fois je prends du temps à l'appliquer, puis je passe du temps à le démontrer des fois, oui ça prend du temps. L'année dernière je faisais pas mal de démonstrations mais j'ai laissé tomber

	cette année parce que c'est toujours pareil, il faut que je m'adapte au niveau
I	Et l'année passée tu mettais plus de temps sur le cours comme tu l'écrivais entièrement ?
Z.H.	Alors forcément oui je mettais du temps sur le cours, mais je mettais aussi du temps à discuter des exemples, oui parce que 50-50 c'est très approximatif, puis ça dépend des chapitres, on peut peut-être dire ça. Les morceaux où je prends vraiment un temps fou c'est les explications, alors soit un passage technique dans une démonstration sur lequel j'insiste parce que c'est quelque chose qui peut leur servir, qui tient lieu d'exercice en fait, soit un exercice même un exemple que je traite en détail, là ça vient, voilà ce qu'on veut, voilà où on va, pourquoi on fait ceci, pourquoi on fait cela, et c'est ça qui prend du temps. Lire un énoncé de théorème ou même l'écrire, encore une fois la plupart d'entre eux n'ont pas la, on peut dire n'ont pas la culture pour appréhender un énoncé théorique, donc ils attendent que ça passe, c'est comme une souffrance qu'il faut s'infliger, voilà on va leur lire un théorème, on ne sait pas à quoi ça sert, on ne va surtout pas écouter. Et j'en ai plusieurs cette année qui, clairement je venais de le dire quoi, ils me reposaient la même question sur l'exemple que je viens d'expliquer, oui mais c'est l'exemple, c'est pareil ils ne font pas le lien, donc c'est pour cela que je passe du temps sur les exemples parce que c'est là qu'ils apprennent.
I	D'accord. Je suppose que tu ne laisses pas des choses en leur disant vous finissez ça à la maison ? des exercices
Z.H.	Ça m'arrive, lorsque j'ai, dans les exemples tout n'est pas également important et avec le temps que j'ai quelques fois je parcours ce qui est important et le reste, les détails techniques,
I	Tu les reprends après ou tu laisses?
Z.H.	Quelques fois je reprends, quelques fois je ne reprends pas, ce que je fais aussi, ce que j'ai beaucoup fait cette année et que j'ai commencé aussi à faire l'année dernière, c'est de leur envoyer des feuilles de correction par internet, des corrections détaillées, au moins je rédige comme je veux qu'ils rédigent parfaitement
I	Mais ça c'est pour les exercices de TD ou c'est pour tout ce que tu fais en classe ?
Z.H.	De TD. Les exercices que je fais en classe je termine pas, en général j'essaye de terminer autant que possible les exemples de cours parce que comme je répète sans arrêt que ce qu'il faut c'est le cours avant tout, avec les exemples qu'il y a dedans bien sûr, s'ils savent, s'ils maîtrisent le cours et les exemples qu'il y a dedans déjà ils peuvent fonctionner. Donc j'insiste lourdement dessus et donc il y a quelques exceptions, mais la plupart du temps je termine quand même tout ce qui est dans le cours.
I	Bon le thème suivant concerne les ressources qu'ont les étudiants pour travailler. Donc dans ces ressources il y a déjà les fiches, et ensuite il y a les ressources de cours donc notamment du prof ou autre. Bon concernant les fiches d'abord il y a des bâtons qui manquent [montre histogrammes] parce que la première année dans le premier questionnaire il y avait une autre formulation de ces items donc je ne peux pas les mettre, mais donc déjà est-

		ce que tu penses que faire des fiches c'est intéressant ? c'est un mode de travail qui
Z.H.		Oui pourquoi pas
I		Tu les encourages à en faire ?
Z.H.		Non, ça je ne leur en parle pas parce que je considère que c'est vraiment une approche, chacun a son truc quoi,
I		D'accord. Mais s'ils devraient en faire qu'est-ce qu'ils devraient mettre dedans?
Z.H.		Ben... c'est dur à dire parce que
I		Moi j'avais posé deux questions : je fais des fiches tout court, et après j'inclus des éléments des exercices dans les fiches. Et là on voit qu'il y en a moins qui mettent des éléments des exercices donc peut-être sans doute ils
Z.H.		Mais c'est un peu plus à la fin qu'au début. Il y en a très peu qui le font mais c'est plutôt positif. Dans l'idéal oui il faudrait qu'ils mettent quelque chose des exercices, une fiche c'est pas que du cours
I		Oh c'est pas pour dire que c'est quelque chose d'important mais c'est juste, après ça dépend justement, mais toi tu n'en parles pas. Tu penses qu'ils en font ?
Z.H.		Je sais qu'ils en font, je les vois leurs fiches
I		Tous ?
Z.H.		Tous non certainement pas, parce qu'il y en a certains qui relisent même pas leurs cours alors eux pour faire des fiches
I		Donc ils ramènent leurs fiches en cours ?
Z.H.		Il y en a qui ont leurs fiches oui
I		Et c'est des fiches très chargées ou elles comportent des éléments succincts ?
Z.H.		Alors c'est pas, ils sont pas super, ceux que je vois je pense que c'est surtout des énoncés. Ils mettent pas, là pour le coup c'est un peu normal avec l'expérience qu'ils ont j'attends pas d'eux qu'ils soient capables d'extraire des exemples, l'idée ou le passage où il se passe quelque chose, s'ils étaient capables de faire ça je n'aurais plus rien à faire moi. Donc aller chercher et mettre des exemples ou des exercices dans les fiches ça demande un tel travail de synthèse ça demande d'avoir déjà tout pigé quoi, donc qu'ils le fassent pas ça m'étonne pas, s'ils étaient capables de le faire ça serait miraculeux mais là pour le coup je trouve un peu normal qu'ils aient pas cette expérience, on ne peut pas attendre ça d'eux. Donc qu'ils fassent le cours, qu'ils aient au moins les théorèmes les énoncés ça serait bien
I		Après on n'a pas précisé mais ça doit être ça
Z.H.		Oui je suis sûr que c'est à ça qu'ils pensent, c'est l'aspect par cœur quoi
I		Bon si on regarde les ressources qui viennent du prof, on voit qu'ils sont à 85% satisfaits de ton cours, qu'ils le trouvent suffisant et complet pour réussir, et on a quand même un taux, on est à peu près à 70% de personnes qui ont recours à des ressources supplémentaires. Donc tu les encourages à aller chercher dans des annales, sur internet ?
Z.H.		Non non, ça c'est pas la peine de les encourager ils le font tous seuls c'est assez extraordinaire

I	Pourquoi ?
Z.H.	Je ne sais pas. Je pense que c'est une histoire de confiance, ils ont besoin, alors c'est surtout les élèves qui sont plutôt bosseurs et plutôt bons, quoi que non même
I	Mais on est à 70% donc il doit y avoir
Z.H.	Oui bon. Ils ont manifestement besoin d'aller chercher ailleurs, comme si le livre avait quelque chose de magique
I	Parce que le livre vous ne vous en servez pas en cours ?
Z.H.	Non, à la limite au début de l'année ils viennent tous me voir pour me dire quel livre on achète. Je leur dis vous n'êtes pas obligés d'acheter, première chose vous n'avez pas de livre à acheter, après si vous voulez vraiment vous voyez celui-là ou celui-là qui sont pas mal, mais à la limite on s'en fiche un peu. Vous aurez entre ce que je vais vous donner le cours, les TD, les DM, les DS à revoir après parce que je leur donne les corrections de DS à chaque fois, ne vous inquiétez pas vous avez de quoi faire, et ça sera largement suffisant si vous arrivez à faire ça c'est déjà bien. Et malgré tout j'ai beau leur dire, je leur répète plusieurs fois il y en a qui continuent à aller chercher dans les livres, au point même que cette année j'ai un exemple qui est très, qui est significatif de ce qui se passe avant. Il se trouve qu'il y a un exercice que j'ai piqué moi dans un de ces livres dont ils se servent que j'ai mis dans un TD, je l'ai pris tel quel parce qu'il était bien, il était bien choisi par le livre je trouve donc je l'ai repris. Et j'ai une élève, je leur ai envoyé une correction j'ai pas eu le temps de le faire en classe, il était dans la feuille de TD, j'avais fait d'autres exercices, et j'avais envoyé par mail une correction détaillée de toute la feuille y compris cet exercice-là. Une semaine après j'ai une élève qui vient me voir, qui m'amène le bouquin en question, qui me dit j'ai essayé de faire cet exercice-là et je comprends pas comment ils font à telle question. Elle avait pas même vu qu'il était dans la feuille de TD, et elle avait pas vu que je l'avais corrigé. Donc elle était tellement loin, et si tu veux elle est superbe, bosseuse, c'est une élève qui bosse beaucoup, et elle avait même pas lu en entier ma feuille de TD avant de se jeter sur son livre d'exercices quoi. Bon alors je ne sais pas
I	Et c'était comme ça l'année dernière, c'est comme ça cette année, ils veulent chercher ?
Z.H.	Ils ont besoin d'un livre à côté, c'est une question de confiance, je ne sais pas. Ils ont besoin de quelque chose d'imprimé, même pas imprimé, imprimé par un éditeur quoi, et ils ont besoin de quelque chose d'autre. Voilà j'ai le livre à côté, même si le livre a des fautes de frappe, parce qu'en fait le livre auquel ils font référence a quelques fois des fautes de frappe, je leur dis attention il y a des trucs des fois ça part dans tous les sens, localement c'est pas grave mais vu leur niveau quelques fois la moindre erreur
I	Ils vont pas les trouver
Z.H.	Ils vont pas les déceler ça c'est sûr, ils comprendront pas ce qui se passe. Donc je les ai prévenus attention à celui-là, il y a des risques, mais ils y vont. Ils ont besoin du livre à côté au point même de négliger mes feuilles de TD. Et du coup forcément ils arrivent en TD sans avoir fait les exercices, et

		pourquoi ? parce qu'ils n'ont pas tout de suite la correction, alors que le livre il y a la correction derrière. Donc ce que beaucoup font je pense, c'est qu'ils considèrent qu'ils ont fait un exercice lorsqu'ils ont lu l'énoncé et qu'ils ont lu la correction, sans même la partie réflexion.
	I	Justement, bon on peut en parler tout de suite puisqu'on y est. alors justement je leur avais posé une question qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe et comment est-ce qu'ils les retravaillent pour les révisions d'un DS. Donc déjà toi, comment est-ce que tu conçois un exercice qui est retravaillé, qui n'est pas facile hein, un truc non-basique, comment est-ce qu'ils devraient le retravailler ? et je vais te montrer ensuite ce qu'ils ont répondu.
	Z.H.	Même chose que ce que je disais tout à l'heure pour le cours. L'idée c'est j'essaye de faire tout seul
	I	Le faire tout seul mentalement, par écrit ?
	Z.H.	Ben ils l'écrivent c'est mieux, parce que mentalement on croit qu'on y arrive quelques fois et bon. Mais le point qui est important pour moi c'est, c'est quasiment sûr qu'on ne va pas y arriver, et la question n'est pas de savoir si on y arrive ou pas, la question est de savoir si j'y arrive pourquoi j'ai réussi, à quoi j'ai pensé au bon moment, et surtout pourquoi j'ai pas réussi, qu'est-ce qui m'a manqué. Donc c'est cet aspect analytique de la lecture d'une correction, dire je n'ai pas réussi pourquoi, j'ai réussi pourquoi, et qu'est-ce qui fait que la prochaine fois j'y arriverai. Je leur dis, mais ça je pense que c'est un peu difficile à leur âge d'assimiler ce genre de choses,
	I	Je vais te montrer. Alors la question c'était : en ce qui concerne les exercices non basiques déjà corrigés en classe, et ça c'est pour les révisions d'un DS, on est à la fin du questionnaire dans la partie pour les révisions d'un DS. Donc moi j'ai proposé plusieurs modalités : on en fait rien, une modalité c'est que je relis l'énoncé en essayant de comprendre tout simplement les points qu'ils ont pas compris, c'est la modalité B, le C c'est que je relis l'énoncé et je réfléchis dans la tête à la solution puis je contrôle avec la correction, après le D et le E les deux c'était je lis, cahier fermé je fais par écrit, la différence c'est que le D je fais une fois puis je vérifie avec la correction et je passe à un autre exercice, et la dernière modalité E c'est que je fais autant de fois jusqu'à ce que j'y arrive, il y avait aussi autre mais je ne pense pas qu'il y en avait ici. Moi j'ai mis la lecture donc la modalité B, le fait de se contenter de relire puis de passer à autre chose, la résolution mentale donc je le fais mais dans la tête, et tout ce qui concerne la résolution par écrit donc j'ai regroupé les deux modalités de résolution écrite. Donc si tu veux voir dans ta classe ici [montre tableau], on a 5,6% qui disent se contenter de relire, on a 40% à-peu-près qui font mentalement, et 52% qui font par écrit, alors une ou plusieurs fois je n'ai pas mis les détails. Alors ma question c'est déjà comment tu réagis à ça, et comment tu les encourages ou tu les pousses à s'orienter vers ça ? Parce que si on regarde dans les autres lycées ou même dans l'autre classe c'est pas du tout la même chose. Donc c'est remarquable qu'on a quand même 52% qui le font par écrit.
	Z.H.	Ou qui disent le faire

I	Oui qui disent le faire
Z.H.	Je doute un peu mais s'ils le faisaient vraiment, ou alors ce qui doit être possible, c'est intermédiaire, c'est qu'ils le font mais pas sur tout, ils doivent le faire de temps en temps pour certains exercices
I	Oui mais ça c'est les exercices non-basiques, donc après ça dépend de comment ils ont compris non-basiques mais pour moi c'était les exercices pas les plus évidents, qui ont déjà été faits en classe et corrigés, voilà. Mais est-ce que dans ton discours tu leur dis vous devez refaire par écrit, est-ce que tu précises ?
Z.H.	Est-ce que je précise par écrit ? oui oui, même je le mime, je leur montre je fais un, j'essaye, je leur montre ça c'est un geste que je fais plusieurs fois [il mime le geste de l'écriture], je ferme le cahier et j'essaye. Peut-être faudrait que je le dise effectivement au lieu de mimer. Mais ça se voit bien que, je lutte, et je le répète
I	Là on est à 28% par exemple, donc il y a quand même
Z.H.	Oui, mais encore une fois je doute qu'ils le fassent de façon systématique, je pense qu'ils doivent le faire quelque fois partiellement, s'ils le faisaient vraiment sur tout ça se sentirait beaucoup plus. Et puis ils ont peut-être pas le temps de le faire, parce que c'est quelque chose qui prend effectivement un temps fou. Donc je ne pense pas qu'ils aient matériellement le temps de le faire pour tout, mais bon s'ils essayent au moins c'est pas mal.
I	Bon ils disent le faire, après on ne sait pas, mais bon c'est remarquable. Je reviens un peu en arrière, j'avais juste une dernière question : est-ce que tu notes des commentaires sur les DS et DM que tu leur rends ?
Z.H.	Je mets, non, je mets pas beaucoup de commentaires généraux, je mets des, ce que j'écris sur les copies c'est technique et ponctuel.
I	C'est-à-dire ?
Z.H.	Je leur dis à tel endroit où ils ont fait une erreur, là vous faites une confusion entre ça et ça, je leur écris, ça c'est pas la même chose que ça. Ils mettent un signe = entre deux choses qui ne sont même pas des objets de même nature, je leur dis ce n'est pas égal confusion
I	Mais tu le mets systématiquement sur chaque copie à chaque endroit ?
Z.H.	Oui
I	Donc tu mets pas mal de commentaires
Z.H.	Oui, je ne mets pas de commentaire général genre je sais pas faut travailler plus ou,
I	Non non
Z.H.	Je ne mets pas un commentaire global sur la copie, je mets un truc ponctuel,
I	Parce qu'il y avait la question est-ce qu'ils relisent, est-ce qu'ils reviennent sur tes commentaires de DM et DS lorsqu'ils préparent les DS. Donc est-ce qu'ils reviennent sur le DS précédent, ou les DM qui ont un lien avec le thème donné, et là on est à 45% qui disent le faire souvent ou toujours, donc après encore une fois c'est ce qu'ils disent.
Z.H.	Oui
I	Est-ce que tu leur dis

Z.H.	J'ai très peu par exemple, ce qui est pas normal, c'est que j'ai très peu de retours de personnes qui viennent me voir en me disant par exemple là à tel endroit vous m'avez dit que c'était pas bon je ne comprends pas pourquoi. Je devrai, vu la compréhension et vu la façon dont les erreurs se répètent, c'est normal ça se répète, il y a quelquefois où le taux de répétition est assez phénoménal, c'est la preuve qu'ils ne le font pas
I	Mais est-ce que tu les encourages ? est-ce que tu leur dis il faut revenir sur vos DM et DS, regarder ce que vous avez fait comme erreurs ?
Z.H.	Je ne le dis pas assez effectivement, je ne le dis pas, je dois le dire une fois ou deux peut-être, mais ça vaut le coup de le dire plus. Par contre là où c'est intermédiaire si je leur dis, si quand même je le dis puisque je leur envoie une correction systématiquement, l'année dernière je leur donnais une correction, bon ça revenait au même ils avaient une correction, donc je leur dis quand même vous avez la correction, vous avez ce que vous avez fait, comparez les deux.
I	Ok. Mais tu n'as aucun dispositif qui fait qu'ils reprennent par exemple un exercice qu'ils ont raté ou tu ne fais rien a posteriori des DS ou DM ?
Z.H.	L'année dernière non. Ce que j'ai fait cette année c'est que je mettais souvent dans le DS qui suivait un morceau du DM ou un morceau du TD. Mais ce n'était pas pour ça, enfin c'est aussi pour ça, mais c'était surtout parce que les DM ils les travaillent pas, ils se contentent de les recopier sur le voisin. Donc pour les forcer à travailler un petit peu j'ai fait ça. Donc du coup il y a eu une espèce de reprise, mais c'est cette année, je ne sais pas pour l'année dernière.
I	Et tu revois avec eux le corrigé en classe d'un DS? Est-ce que vous en discutez ?
Z.H.	Non très peu. Alors pour les DS assez peu, toujours pour une question de temps. Il y a quand même moi quand je corrige je prends en note des trucs des erreurs que tout le monde fait, ou que certains font encore alors qu'ils devraient plus les faire, des trucs qui sont un peu macroscopiques quoi, tout le monde s'est planté sur ça, tout le monde a mal compris ça, bon plein m'ont fait cette notation, donc je le note et lorsque je leur rends le DS je dis 2-3 mots, à telle question il y a eu ça, telle circonstance, je le dis à tout le monde, et je dis tel truc vous l'avez mal compris, attention à ne pas mélanger ça et ça, donc je le dis, ça prend une dizaine de minutes, je relève quelques points comme ça et je dis pour le reste vous avez la correction travaillez-la, comparez ce que vous avez réussi à faire, en revenant sur le même discours. Je répète encore la même chose que pour le cours, qu'est-ce que j'ai réussi, qu'est-ce que j'ai pas réussi, pourquoi j'ai réussi, pourquoi j'ai pas réussi. Mais c'est là qu'à mon avis peu le font, mais il y en a qui le font quand même, qui utilisent vraiment les corrections, et beaucoup ont aussi la flemme tout simplement.
I	Bon, le prochain thème porte sur tout ce qui concerne le travail fait avant les DS. Donc j'ai bien mis avant le DS, donc ici c'est toutes les quatre semaines. Il y a la partie qui concerne plus le cours mais pas exclusivement puisqu'on le dit pas, le titre de la partie c'est avant un DS la façon de travailler, et

		d'autres parties qui concernent plus les exercices. Bon déjà, à ton avis, qu'est-ce qu'il y a comme étapes incontournables pour bien réviser un DS ? donc tu as dit que ça n'ajoute pas beaucoup de travail parce qu'il y a des choses
	Z.H.	En théorie, en pratique si ça rajoute du travail, ils devraient pas mais bon. Donc en pratique ça leur rajoute du travail, l'essentiel c'est de travailler le cours. Moi c'est ce que je teste quand je crée mes énoncés
	I	Parce que tes DS portent beaucoup sur le cours ? Ça porte sur quoi ?
	Z.H.	Ce que j'appelle le cours c'est cours et exemples. Donc être capable d'appliquer les énoncés du cours en rédigeant correctement, ça veut dire en mettant les bonnes hypothèses, et les bonnes conclusions, pas tout mélanger. Et souvent à l'usage je ne demande pas beaucoup plus que ça, plus que les exercices type
	I	Il y a des démonstrations dans les DS ?
	Z.H.	Non, pas dans les questions de cours, je ne mets pas de démonstrations de cours, par contre ce qui est naturellement c'est que les exercices reprennent les techniques qui étaient dans les démonstrations que j'ai faites en classe, parce que c'est un peu toujours la même chose qui revient.
	I	D'accord. Parce que si on regarde un peu les réponses, on a à-peu-près un peu plus de 80% qui disent vérifier connaître les formules et les conditions d'application, on en a un peu moins qui vérifient connaître par cœur les définitions et théorèmes
	Z.H.	Bon ça c'est que, là on touche le
	I	Mais c'est plus qu'en terminale de toute façon
	Z.H.	Oui mais même là il y a ce qu'ils croient faire et il y a ce qu'ils font. Il y a toujours une énorme, on se rend compte nous on en discute entre nous, ils ont pas une vision claire de ce que c'est qu'apprendre, apprendre n'importe quoi un cours en particulier, mais je veux dire ils croient avoir travaillé, c'est pour ça là « connaître les formules et leurs conditions d'applications » c'est un pourcentage énorme,
	I	Après ça peut être qu'ils me disent ce qu'ils pensent que je veux entendre
	Z.H.	Il y a ça aussi. Mais je pense que beaucoup se convainquent sincèrement qu'ils l'ont fait, c'est sincère. Ils croient qu'ils l'ont fait, mais encore une fois s'ils ferment leur cahier pour essayer de refaire à côté ils y arriveraient pas. Et ce qu'ils font à mon avis souvent c'est qu'ils lisent, ils lèvent les yeux et ils disent oui c'est ça. C'est je viens de relire, oui c'est ce que je redis donc je le sais, et je passe à la suite
	I	Ils essayent pas de le réciter ou de le restituer
	Z.H.	Et le fait est que moi je pose souvent des questions de cours en DS pour essayer de sauver ceux qui sont en difficulté quoi, mais vraiment des trucs basiques, après il y a des exercices mais qui reprennent les techniques. Le premier stade c'est est-ce que l'énoncé est sauvé, est-ce que l'exemple typique est vraiment compris, le truc que si on n'a pas compris ça on n'a rien compris, est-ce que ça c'est sauvé ? et après j'accumule les questions qui sont pas difficiles mais l'accumulation fait que ça devient difficile, c'est ça l'idée. Et il y en a beaucoup, on n'est pas à 90% qui savent faire les trucs de

		base, loin de là. Donc ça prouve que leurs réponses c'est sans doute sincère mais c'est là qu'ils se leurrent, et c'est là qu'on doit leur dire leur répéter on retrouve ce qu'on a dit avant, apprendre un cours c'est quelque chose qu'ils ne savent pas faire mais qu'ils croient savoir faire, c'est ça qui est dur, c'est qu'ils croient savoir.
	I	Bon. Il y avait deux questions qui portaient particulièrement sur les démonstrations, donc le fait de relire ou de lire les démonstrations et d'essayer de les comprendre, on est à 45%, et après on en a beaucoup moins qui les refont. Est-ce que c'est parce que tu n'en mets pas ? est-ce que c'est parce que tu leur dis que ce n'est pas très important ?
	Z.H.	Alors là il y a un phénomène local, il faut peut-être pondérer ça un petit peu, qui est dû à moi. L'année dernière, c'est ce que je disais au tout début, quand je suis arrivé dans cette classe moi il a fallu que je m'adapte au niveau. Je venais d'une classe qui a un bon niveau, de matheux, forts, et je suis arrivé là. Donc j'avais préparé déjà le décalage, mais il m'a fallu un temps d'adaptation, et je pense que sur certains d'entre eux les premiers mois où je leur mettais des démonstrations complètes où ils sont venus avec une bonne énergie mais c'était un peu au-dessus de leur niveau et du coup il y en a quelques uns qui peut-être ont été démoralisés. Alors assez vite j'ai compris, j'ai adapté, ça a dû leur faire mal moralement quand même. Et ça peut expliquer je pense la chute de je lis les démonstrations d'une part. Il y en a quelques uns qui ont saisi le prétexte parce qu'après j'ai adapté, ça c'était pendant un mois et demi, et encore c'était pas uniforme, et après je suis allé beaucoup plus doucement, mais pour certains le prétexte leur suffisait pour dire ohlala de toute façon je n'y comprends rien, j'arrête. Et ça peut, moi c'est comme ça que j'explique la chute quoi,
	I	Mais il faut voir que c'est partout sauf chez les technos où on dirait, ils disent le faire, mais même dans les autres classes que ce soit celle d'avant ou ailleurs il y a une baisse. Donc
	Z.H.	C'est dommage
	I	Oui. Mais parce que vous n'en mettez pas concrètement des démonstrations dans les DS ? donc est-ce que c'est en rapport avec ça ou pas ? parce que moi dans mes hypothèses je disais que peut-être
	Z.H.	Peut-être que pour eux c'est en rapport. C'est possible que eux ils séparent beaucoup trop les choses et qu'effectivement ils se rendent pas compte, il y a une idée qu'ils ont du mal à comprendre qui est que lorsqu'on fait une démonstration en cours, c'est pas juste le résultat en soi qu'on veut démontrer, c'est plutôt les idées qu'on manipule pour démontrer qui nous intéressent, les techniques. Evidemment quand je fais ces démonstrations je ne me contente pas d'aligner les lignes de raisonnement, je leur dis ça c'est important, ça ça ressort, ça c'est quelque chose qu'on... et ça ça passe pas. Effectivement je vois souvent que quand je passe ou je m'arrête dans la démo pour dire vous voyez là j'ai utilisé telle méthode, je récapitule, on a fait ça en trois étapes, le point l'essentiel est à cet endroit, voilà ce qui s'est passé, j'ai en face de moi beaucoup de personnes qui se disent bon pourquoi il s'est arrêté d'écrire quoi. Ils arrivent pas à faire le, voilà. Ce qui compte

	<p>pour eux, peut-être c'est dû aussi à la façon dont on leur a enseigné les maths dans les programmes officiels avant, je ne mets pas en cause le collège je mets en cause le système qui a tendance d'après ce que disent justement les collègues de lycées à les orienter plus vers du question-réponse quoi, du QCM quasiment quoi. Donc ça m'arrivait surtout en début d'année avec ces élèves de l'année dernière [promo 2012-2013], en début d'année je leur dis ben tiens équation du second degré est-ce que vous savez encore faire ça ? vous êtes censés le savoir, mais comment on fait pour le démontrer déjà ? et la réponse uniforme de ces élèves, mais pourquoi vous voulez le démontrer on a la formule. Alors là j'ai fait un peu mon explication, c'était pour changer un peu les mentalités. Et ça ça reste, c'est-à-dire que après ils font, dans les DS il y a des démonstrations, il n'y a que ça quasiment, parce que les techniques de démonstration que je leur demande en DS c'est les techniques qu'on a vues dans les démonstrations que j'ai fait dans le cours, dans les exemples, dans les exercices. On n'a fait que ça. Et au final, si on synthétise un peu, c'est là qu'est la difficulté, mais du point de vue du prof disons, ces techniques sont toujours les mêmes. Mon travail c'est de leur montrer que c'est toujours pareil. c'est normal qu'il y ait un temps d'adaptation, tout l'apprentissage est là. Mais, donc je leur demande pas d'avoir une synthèse parfaite en tête, bien sûr s'ils l'avaient ça serait magnifique, mais même sans aller jusque là il y a une ségrégation dans leur tête entre ça c'est la démonstration de tel théorème pour montrer tel résultat et ça n'a aucun lien avec le reste je m'en fiche, maintenant on fait un exercice. Je leur dis</p>
I	Ils séparent théorie et application
Z.H.	<p>Voilà, c'est vraiment, et au point que encore une fois il y en a quelques uns je viens de leur dire le théorème ils se sont mis en mode pause, ils vont noter le théorème, je peux regarder ailleurs je peux discuter avec le voisin, ah on fait l'exemple, maintenant j'écoute. Du coup ils ne comprennent pas l'exemple et ils se demandent pourquoi. Alors du coup, c'est là qu'ils ne relisent pas les démonstrations sans doute pour ça aussi, c'est que par moment c'est un peu plus long, forcément les démonstrations c'est quelque chose qui est construit, avec des points qui sont plus importants que j'essaye de mettre en valeur, mais qu'ils ne captent pas parce qu'ils se mettent en mode ouf ça va être dur de toute façon je ne vais rien comprendre, et puis ça sert à rien surtout puisque c'est une démonstration pour démontrer ce résultat, en gros il se fait plaisir à faire des maths quoi, il veut nous montrer que lui il sait faire des maths, il sera content, il se fait plaisir, maintenant moi je veux faire mon énoncé concrètement qu'est-ce que je fais. C'est la même chose mais ils se rendent pas compte. J'ai beau leur dire, pour beaucoup ça ne passe pas. Alors un d'eux, celui qu'on avait viré l'année dernière justement parce qu'il avait le mauvais esprit, une fois je faisais une démonstration un peu longue, peut-être un peu dure pour eux c'est vrai c'était encore le début d'année mais bon, mais quand même je m'adaptais pour qu'ils puissent comprendre mais bon, et quand j'ai dit voilà là on a démontré la proposition et il a dit, je l'ai entendu dire je ne suis pas sûr que</p>

	ce soit lui mais bon je l'ai entendu dire « eh ben bravo », comme s'il me disait voilà vous avez fait votre spectacle vous êtes content, on va peut-être pouvoir passer à autre chose qui compte quoi. C'était ça l'esprit, alors lui on l'a dégage. Mais il l'osait le dire à l'oral, il osait le formuler comme ça, il était, il fallait qu'il s'en aille, mais ça reflète quand même, même quand ça reste dans le non-dit un esprit de quel est le lien quoi entre ce qui nous inflige là et ce qu'on va avoir à faire, ils ne voient pas le lien.
I	Mais ils le disent explicitement dans des réponses, c'est par rapport aux colles on va en reparler, mais quand je leur demande les inconvénients des colles ils disent les démonstrations elles sont inutiles pourquoi on nous force à les apprendre ça sert à rien
Z.H.	Oui, et on a beau leur dire, on leur répète et c'est un message qui ne passe pas. Bon alors ça finit chez certains par passer au bout d'un an à force de matraquer ça finit par rentrer. Il y a quelques bons élèves même qui en cours d'année, je me souviens d'une élève qui, on fait du soutien donc c'est pas moi qui le fait, il y a une collègue qui s'en occupe, donc c'est bien ça fait un deuxième passage, ils sont plus libres
I	C'est quand le soutien
Z.H.	C'est le mardi soir cette année, l'année dernière c'était
I	Il y a tous les mardis un cours de soutien?
Z.H.	Oui, enfin par demi-groupe une semaine sur deux. L'année dernière ils avaient tous les jeudis
I	Ah d'accord je n'étais pas au courant
Z.H.	Je ne sais plus comment c'était organisé, bon c'était l'équivalent je ne sais plus si c'est une heure ou deux heures par semaine ou ça alterne, je ne sais plus comment on faisait l'année dernière, mais régulièrement toute l'année ils ont eu du soutien
I	C'est obligatoire? C'est facultatif?
Z.H.	C'est obligatoire parce que sinon
I	Donc tout le monde vient en soutien en demi-groupe une semaine sur deux?
Z.H.	Voilà.
I	Et ils font quoi pendant ces cours de soutien?
Z.H.	Alors ils font les exercices que j'ai pas eu le temps de faire en TD, et que je sais que j'aurai pas le temps de traiter, ou des compléments du cours qu'ils ont pas compris, s'ils ont des questions voilà, mais souvent
I	Mais ça c'est particulier, c'est juste dans votre lycée
Z.H.	C'est propre à notre classe. On se sert des heures de colles. Comme on fait 3 concours blancs on récupère du budget voilà, on prend sur les heures de colles qu'on n'utilise pas pour faire du soutien. Et alors cette année c'est un exemple mais c'est parlant quoi, une élève bosseuse que moi j'avais eu en colle la semaine d'avant, je lui ai fait faire un exercice
I	Parce que tu fais passer des colles à tes étudiants ?
Z.H.	Oui, il y a pas que moi mais je les suis aussi en colles. Et je lui donne un exercice au passage que j'avais fait en cours ou l'équivalent quasiment, elle s'en est pas rendue compte. Elle a réfléchi, on en a discuté, elle a fini par

	comprendre ce que je lui expliquais, bon. Et en soutien ils ont refait à-peu-près la même chose, et tout d'un coup elle a dit ah c'est ce que j'ai fait en colle, elle a eu la réflexion c'est ce qu'on m'a rapporté comme quoi ça sert les colles. Ben oui. Et c'est une bosseuse, une bonne élève, et les liens ne se font pas quoi c'est très dur, ils ne se rendent pas compte que c'est toujours la même chose en fait, que ce soit les démonstrations. Le nom change, en fait il faudrait changer le nom, ne plus dire théorème proposition exercice exemple, mettre un seul truc qui s'appellerait je ne sais pas comment, maths voilà. Peut-être que ce serait plus clair si on ne mettait pas plusieurs mots de vocabulaire, c'est des maths. Je ne sais pas, mais il y a un problème de vocabulaire c'est sûr.
I	Bon il y a une question qui est juste passée l'année dernière parce que l'année d'avant je ne l'avais pas dans le questionnaire, c'est le fait de, pour les révisions d'un DS, d'essayer de dégager régulièrement des idées à retenir, que ce soit des exemples, des méthodes, des astuces, voilà, particulièrement quand ils travaillent le cours mais pas exclusivement, donc ça ils le font plus qu'en terminale, ils le font beaucoup, mais est-ce que tu l'encourages, est-ce que tu leur dis on cherche les astuces, les méthodes, notez ça ?
Z.H.	Oui alors j'essaye d'éviter le mot astuce parce que j'essaye d'enlever toutes les astuces de mon cours, et que
I	Pourquoi ?
Z.H.	Parce que astuce ça veut dire j'apprends par cœur et que je réfléchis pas. Alors quelques fois, une fois ou deux dans l'année ça m'arrive ou je ne peux pas faire autrement, et là il faut le savoir quoi. Ça m'arrive de dire je suis désolé la première fois qu'on le voit on se demande d'où ça sort et quand on l'a vu 50 fois on le sait quoi. Don il y a tel endroit il faut le savoir, là où il faut le savoir c'est du domaine de l'astuce. Mais le reste du temps j'essaye autant que possible de leur expliquer d'où ça vient, que ça tombe pas du ciel, qu'il y a des raisons assez simples, bon sens quoi, si je pense à ce que ça signifie oui je vais faire ça quoi, autant que possible.
I	Et tu soulignes les méthodes ?
Z.H.	Ben j'insiste oui, je reprends, à la limite je ne fais que ça, de dire voilà où on va, voilà ce qu'on a, voilà ce qu'on veut, comment on peut faire, et là voyez ce qu'on a fait c'est ça. Mais il y a souvent des moments quand justement je reprends je récapitule où il y a beaucoup qui ne suivent pas, parce qu'ils sont encore perdus soit dans la recopie parce qu'ils ont un peu de retard, soit j'essaye de les attendre, enfin bon. Ils sont souvent en fait dépassés techniquement, c'est ça le truc que je constate, et je ne suis pas le seul, on s'attendait tous à ça avec les nouveaux programmes, on a voulu voir, on en a discuté avec d'autres collègues de maths de scientifique ou pas, enfin, très vite techniquement ils sont tout de suite largués quoi. Donc quand ils sont en train de recopier une démonstration ils se perdent dans la, c'est presque du mot-à-mot quoi, c'est du symbole par symbole, c'est une lettre puis lettre suivante puis lettre. Alors de là à tirer une synthèse [rires]. Quand je reprends je leur dit voyez dans cette zone là on a fait ça puis on a fait ça, pourquoi on l'a fait et ben parce que voilà ce qui se passait voilà ce qu'on voulait dire, ils

	me suivent en gros et donc certains arrivent à s'habituer, donc ça c'est, ils progressent au fur et à mesure de l'année, et heureusement ils sont là pour ça. Mais c'est une telle charge pour eux technique que c'est dur, voilà, c'est physiquement dur. Donc ils essayent, ils sont nombreux à essayer de dégager les idées, et je ne fais qu'insister là-dessus, sur les idées, mais, tout est là en fait, le jour où ils arriveront bien c'est bon c'est qu'ils ont plus besoin de moi quoi.
I	Bon, moi je leur avais posé une question et je vais te la poser avant de te montrer ce qu'ils ont dit, donc s'il fallait déterminer ce qui est le plus important pour favoriser la réussite en maths au niveau de la résolution des exercices, qu'est-ce que tu dirais qu'est le plus important pour réussir en résolvant, juste du côté exercices, qu'est-ce qu'ils doivent savoir faire ?
Z.H.	Quand est face à un exercice qu'on a jamais vu? Ou quand on reprend un exercice ?
I	Non quand on résout un exercice pas vu on va dire pour l'instant, qu'est-ce qu'ils doivent savoir faire, quel est le plus important pour qu'ils réussissent en maths ?
Z.H.	Ben déjà comprendre ce qu'on leur demande. Ça a l'air de rien mais, traduire l'énoncé dire concrètement ça veut dire quoi, traduire ce qu'on me demande de montrer, concrètement ça veut dire quoi, et ensuite une fois qu'on a traduit les hypothèses et traduit la conclusion, voir quel lien entre les deux, tout est là quoi, qu'est-ce qui se passe. Il y a des mots de vocabulaire, il y a des symboles, que signifient les symboles que signifient les mots. Et quand on se pose ces questions là déjà on est sur la bonne voie, et souvent c'est ce qu'ils ne font pas.
I	Et si on parle de résolution d'exercices globalement. C'est-à-dire si tu leur dis vous avez votre cours vous avez vos exercices, comment est-ce qu'il faut qu'ils travaillent leurs exercices, les exercices en général ? qu'est-ce qui est important, si tu veux donner un conseil pas concernant un exercice particulier, que ce soit l'exercice déjà vu ou pas, corrigé ou pas
Z.H.	Ben c'est ça, c'est comprendre ce qu'on dit, c'est, le cours est là pour permettre de traduire le langage qui est utilisé dans l'exercice.
I	Bon je pense que j'étais partie dans une autre direction, alors moi ce que je leur avais proposé c'était ça : le plus important pour réussir en maths lorsque je travaille les exercices c'est soit d'être capable de s'entraîner à résoudre les exercices qui sont donnés par le prof, soit d'en faire en plus donc de s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le prof, soit de repérer des exercices types et de connaître des méthodes et astuces pour les résoudre. Donc tu peux regarder [montre l'histogramme]. Donc on est à 38 parmi les 65, je n'ai pas mis les pourcentages ici, qui disent que le plus important c'est de repérer les méthodes et astuces. Donc en revenant à ce que j'ai dit tout à l'heure, est-ce que ce sont tes conseils ou pas, ou ta façon de... ? [silence] Bon déjà on a établi que tu ne les encourages pas à en faire plus, mais eux ils vont quand même aller chercher des exercices à faire en plus, ce qui pourrait expliquer les 12 parmi les 65, alors là ce sont les deux promos mélangées. Si

		tu veux regarder le détail de ta promo uniquement donc c'est à-peu-près la même chose
	Z.H.	Le problème est dans le, ils se, c'est la façon dont ils comprennent la question en fait. Dans la savoir refaire les exercices donnés par le prof, il y a plein qui vont dire oui je sais le refaire par cœur c'est bon quoi. Donc s'ils savent le faire par cœur c'est déjà un début parce que ça les entraîne quand même mais c'est sûr qu'on est loin de la compréhension qu'on attend d'eux quoi. Et beaucoup vont répondre ça, j'ai appris à le refaire, ou du moins je savais le faire par cœur il y a une semaine ce qui est déjà pas forcément, c'est pas garanti que deux semaines après ils sachent encore le faire. On retombe sur les problèmes de méthode quoi
	I	Mais c'est pour ça, donc pour eux repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces c'est le choix le plus
	Z.H.	Oui d'ailleurs c'est ce qu'ils me demandent, ils vont me voir, monsieur est-ce que vous pourrez faire des exercices types. Et c'est une question à laquelle je ne sais pas répondre parce que mon cours entier est un exercice type, il n'y a que ça, je ne m'amuse pas à mettre des superflus dans le cours [rires], c'est ça qu'ils ne comprennent pas, c'est que j'en ai mais ce qu'on a fait en cours c'est quoi d'après vous. Enfin l'exemple que j'ai fait à l'issue du théorème c'est quoi, c'est l'exercice type. Je ne fais que ça. Et même en TD, quelques fois en fin de TD je mets des exercices où il y a vraiment une réflexion à faire, mais la plupart du temps s'ils ont vraiment appris leur cours au sens comprendre apprendre avoir une vision globale je ne fais que des exercices types. C'est pour ça effectivement le pourcentage est élevé, et ça correspond aux questions qu'ils posent, monsieur est-ce qu'on peut faire des exercices types ? On ne fait que ça, les neuf heures que je passe avec vous on ne fait que tu typique. Alors c'est peut-être beaucoup, ça fait beaucoup de type, mais oui je suis désolé mais c'est ça le boulot, on est dedans quoi. Je suis plus loin pour l'instant et ça c'est une question de classes de différents niveaux ; avec le niveau d'élèves que j'ai je ne pas me permettre de faire autre chose que des exercices types, on nage dedans. Les trucs plus évolués que je laisse traîner des fois de temps en temps comme ça pour le plaisir, et même cette année où des élèves qui sont quand même de meilleur niveau, quand je mettais un exercice plus évolué ils l'ont pas lu ils sont pas venus me poser des questions. Parce qu'on retombe sur le même phénomène, là cette année j'ai une élève qui est plus forte, qui va aller chercher qui va faire les DM et les exercices de TD d'Henri IV et de Louis Legrand, sans même aller lire les exercices que je lui propose qui sont plus durs. Parce qu'ils sont, c'est un manque de confiance en eux je pense qui transparait sur un manque de confiance en moi. Et ça c'est la psychologie qui est dure à gérer parce que c'est de l'individuel quoi, il y a des glissements qui s'effectuent ils ont besoin, certains ont besoin d'un livre certains ont besoin d'avoir une autre source, bon ben ils en ont besoin tant mieux. La fille en question qui fait les exos d'Henri IV je ne vais pas l'empêcher c'est très bien elle s'entraîne, bon. Elle pourrait faire plus encore en faisant sa feuille de TD pour progresser, elle le fait pas, c'est pas grave elle bosse c'est ça ce qui compte, je m'en

	fiche
I	Et elle réussit bien les DS ?
Z.H.	Et en DS ça marche bien. Alors c'est à relativiser parce que ça marche bien parce que les DS je les adapte au niveau de la classe et elle est tellement au-dessus qu'elle a 20 tout le temps. Dès que je pose des questions plus dures, elle n'est pas non plus, mais bon ça marche bien c'est sûr, elle fait ce qu'elle veut. Mais justement c'est ce que je lui ai dit d'ailleurs, si vous étiez plus, vous cherchiez un peu plus à vous accrocher sur certains trucs que je vous pose, ou même des exercices d'Henri IV si vous voulez mais des trucs un peu plus durs, dès que c'est un peu plus dur elle sait plus comment chercher. Et c'est pour ça, comment chercher un exercice, qu'est-ce qui compte, que je le dise à elle qui est plutôt douée ou à d'autres qui sont plus faibles, la réponse est toujours la même, c'est d'essayer d'avoir l'esprit clair. Qu'est-ce qu'on nous demande, qu'est-ce que je veux, de quoi on parle ? Et l'exercice-type oui, mais s'il est pris au sens c'est bien je vais pouvoir l'apprendre par cœur et le décalquer après, là on est dans un contre-sens, et c'est souvent le problème. Disons que c'est pour ça qu'ils me demandent un exercice type, qu'ils ne voient pas que ce que je fais c'est que de l'exercice type, parce qu'ils attendent quelque chose, un schéma qui serait découpé une fois pour toute et il y a plus qu'à lui changer les valeurs numériques comme si il y avait des valeurs numériques, il y en a plus désolé, ça n'existe plus ça, changer les valeurs numériques et mettre la même formule dans la calculatrice mettre entrer et avoir le résultat, c'est ça qu'ils appellent exercice type, ça n'existe plus. Donc c'est pour cela qu'ils sont perdus et qu'ils disent oui je cherche des exercices types, dans ta question c'est ça, c'est repérer des exercices types et là ils sont tous à dire oui je cherche à repérer des exercices types, avec ce qu'ils appellent exercices types ils en trouveront jamais. C'est là qu'il y a encore un glissement de vocabulaire qui fait qu'il y a un problème de compréhension, c'est pour ça que j'insiste sur la façon, la méthode de travail parce que tout est là quoi.
I	Bon. J'ai regardé les différents types d'exercices qu'ils travaillent pour un DS, donc j'ai commence par demander est-ce que vous travaillez tous les exercices, et là c'est quand même remarquable parce qu'on a 55% qui disent oui on travaille tous les exercices. Je ne sais pas, réaction commentaire ?
Z.H.	Oui je le crois, que la moitié de la classe bosse vraiment tous les exercices je le crois. Encore une fois là où le problème est c'est qu'est-ce qu'ils appellent travailler. Mais qu'il y ait la moitié qui cherche vraiment, qu'ils aillent les chercher ça je peux bien croire. Mettons que ce soit la moitié j'y crois.
I	Il y a aussi les exercices qui ont le plus de chance de tomber, je pense que c'est classique
Z.H.	Ah oui c'est normal
I	Et ce qui était remarquable, mais je pense qu'on en a beaucoup parlé, c'est le fait d'aller chercher des exercices supplémentaires. On est à 50% 60% qui disent travailler des exercices supplémentaires
Z.H.	C'est encore cette histoire de...
I	Oui, c'est quand même remarquable comme on l'a dit. Alors il y avait

		ensuite trois types d'exercices, les exercices qui sont peu ou pas cherchés, des exercices qu'ils ont cherchés et trouvés, et des exercices qui ont posé problème. Donc est-ce que tu les encourages à aller chercher les exercices qu'ils ont peu ou pas cherchés avant? donc c'est avant un DS, c'est-à-dire que quand j'ai peu ou pas cherché c'est dans les semaines d'avant ou dans le travail qui précède
	Z.H.	Non je les encourage pas, je les empêche pas non plus, c'est juste que j'en parle pas parce que c'est... [silence]
	I	Ils sont aussi nombreux à chercher les exercices qu'ils ont déjà trouvés
	Z.H.	Oui, ça c'est déjà pas mal. Qu'ils travaillent cela, cherchés et trouvés et qui ont posé problème, c'est question de priorité quoi. Je pense encore un fois qu'ils sont débordés, qu'ils ont pas vraiment le niveau pour se permettre beaucoup, pas le niveau, ils ont pas l'envie aussi quelques fois d'aller vraiment chercher un exercice parce qu'ils ne savent pas ce que c'est chercher un exercice. C'est vraiment le point central quoi, qu'est-ce que c'est que chercher. Pour beaucoup chercher c'est recopier l'énoncé, et regarder l'énoncé pendant cinq minutes sans rien faire quoi. Alors quand on est fatigué c'est ce qui vient, ça arrive qu'il y n'ait rien qui se passe, c'est humain bien sûr. Mais il y a une dynamique à essayer d'aller chercher il faut se bouger quelques fois après se dire bon j'arrête je tourne en rond qu'est-ce que je peux faire. Et ça cette dynamique là qu'ils n'ont pas, ce qui est un peu normal. Disons que l'exercice peu ou pas cherché ça demande vraiment une autonomie
	I	Alors à ton avis peu ou pas cherché c'est parce qu'ils n'ont pas voulu les chercher avant, parce qu'ils n'ont pas eu le temps, parce que c'est des exercices qui
	Z.H.	Je pense encore une fois que beaucoup se découragent avant même d'essayer
	I	Mais ils essayent quand même avant un DS, donc ils les laissent
	Z.H.	Oui mais qu'est-ce qu'ils appellent essayer, revoir un exercice peu ou pas cherché, à mon avis pour beaucoup j'en sais rien je suis pas sûr, mais pour beaucoup cela veut dire je relis l'énoncé bof je comprends rien je passe, je l'ai relu, ils ont passé les yeux dessus quoi. En revanche qu'ils cherchent les exercices qui ont posé problème je pense que ce sont ceux sur lesquels on a passé du temps en TD ou en cours, je leur ai dit là vous voyez, ils ont vu qu'ils y arrivaient pas, je leur dis vous voyez on peut faire ça comme ça, et en soutien, et qu'ils repassent du temps dessus ça je veux bien le croire.
	I	Tu donnes à peu-près combien d'exercices par chapitre ou par thème ? je ne sais pas comment tu les réparties dans tes fiches
	Z.H.	Oui par chapitre, alors je dirai une dizaine, ça dépend des chapitres
	I	Et une dizaine ça veut dire à faire sur une semaine pour un TD ?
	Z.H.	Non en général ça s'étale sur deux semaines, c'est mélangé avec ceux d'avant ceux d'après, tout ça c'est continu, j'en fais un petit peu en cours, je ne fais pas la dizaine, j'en fais 4-5 ça dépend, quelques fois c'est 7 quand il y en a qui sont tout petits, comme des applications directes du cours, ça m'est arrivé d'en faire que trois, plus un qui sera fait en soutien des choses comme ça, suivant le temps que j'ai aussi. Tous les chapitres n'ont pas le même

	<p>poids vis-à-vis de ce qu'on attend d'eux pour la deuxième année et pour le concours, il y a des choses qui ne sont que des chapitres de préparation, on ne vous donne pas beaucoup de techniques, le programme officiel dit même on n'insistera pas, le but c'est de pouvoir faire le chapitre suivant. Donc je donne une feuille d'exercices complète pour ceux qui veulent bosser, et ça m'est arrivé de ne faire que deux exercices d'une feuille parce que ce qui m'intéressait c'était certains détails techniques, d'où je vais avoir besoin du chapitre suivant dans l'esprit du programme. Et tout ça, il y a rien, ça dépend quoi il faut s'adapter. C'est une vision que eux n'ont pas, je leur dis mais bon ils s'enfichent, eux ils voient la feuille ils voient le chapitre ils disent ah on a presque rien fait, c'est pas grave on a fait ce qu'il fallait pour la suite, je rajoute des choses pour ceux qui veulent. Mais comme ceux qui veulent vont chercher dans un bouquin de toute façon ça tourne un peu à vide, il y a des feuilles que je donne un peu pour rien mais bon, ça c'est leur problème mais c'est normal c'est pas parfait.</p>
I	<p>Dernier thème c'est les colles, mais juste pour faire un lien direct avec l'histoire des exercices, là ils refont tous les exercices, ils sont quand même nombreux et plus qu'ailleurs à refaire tous les exercices avant un DS, et pour les colles ils sont à peu près 90% à refaire les exercices qui sont corrigés en classe pour les colles. Qu'est-ce que tu en penses ? pareil, est-ce que tu leur dis précisément pour les colles il faut refaire ce qu'on a fait en classe parce que ça va y ressembler ? ou</p>
Z.H.	<p>Oui c'est comme ça que je présente les colles, je leur dis j'attends pas de vous, on n'attend pas de vous qu'en colle que vous arriviez et que vous sachiez faire l'exercice comme ça en claquant des doigts, si vous le faites c'est bien. Mais on attend de vous que vous sachiez réagir aux indications que vous montriez que vous comprenez ce dont on vous parle, et donc forcément ça sera des exercices de la forme de ce qu'on a fait en TD forcément. Et donc du coup qu'ils aillent chercher ces exercices c'est naturel.</p>
I	<p>Et à quoi ressemble une colle ? c'est-à-dire je sais qu'il y a un format classique mais ça change d'un lycée à l'autre en termes de contenu, en termes de, qu'est-ce qu'une colle ici ?</p>
Z.H.	<p>Alors ça dépend des colleurs aussi. Ce que je demande à mes colleurs, quand c'est moi qui fais passer la colle je pose une question de cours</p>
I	<p>Donc juste pour comprendre, tu fais passer la colle à tes élèves de première année ?</p>
Z.H.	<p>Oui</p>
I	<p>Et il y a d'autres colleurs aussi?</p>
Z.H.	<p>Oui. Ça dépend des effectifs mais on est 4 ou 5 colleurs.</p>
I	<p>D'accord, donc ils doivent passer avec toi plusieurs fois sur l'année.</p>
Z.H.	<p>Ils passent avec moi plusieurs fois sur l'année, et ils passent sur chaque colleur plusieurs fois</p>
I	<p>D'accord. Et donc les consignes pour une colle ?</p>
Z.H.	<p>C'est d'évaluer le cours quand même, mais bon certains colleurs ne sont, ne commencent pas forcément par une question de cours, mais il y a des questions de cours dans la colle.</p>

I	Et pour ces questions c'est quoi ? c'est restituer des définitions ?
Z.H.	Oui voilà, qu'est-ce que c'est le théorème de machin, qu'est-ce que c'est que la définition de
I	Donc réciter
Z.H.	Réciter.
I	Et c'est oral ou écrit, ce qu'ils doivent réciter?
Z.H.	Ils l'écrivent au tableau. Mais assez vite on va sur un exercice qui fera ressortir le cours forcément encore une fois parce qu'on ne leur pose pas d'exercices difficiles, on leur pose des exercices qui vérifient s'ils ont un peu pigé ce qui se passait quoi. En gros s'ils savent repérer une situation, appliquer le résultat en général c'est fini quoi, l'exercice est terminé.
I	Vous demandez des démonstrations dans les colles?
Z.H.	Non on ne demande pas des démonstrations de cours. Ça m'est arrivé, ça m'arrive d'en demander. Dans l'idéal j'aimerais bien en demander et considérer que si une démonstration n'est pas sue le cours n'est pas su. En pratique si je fais ça je mets la moyenne à personne quoi. Donc il faut bien s'adapter un petit peu au niveau. Même les colles en deuxième année on les a prévenus on est allé les voir en fin d'année et on leur a dit que l'année prochaine il y aura des questions de cours des questions de démonstrations en colles systématiquement, il faut vous habituer à apprendre les démonstrations. Bon alors en première année j'aimerais le faire, je ne peux pas trop, je le fais quelques fois quand même. Il m'est arrivé de passer une demi-heure sur l'heure de colle à embêter un élève avec une démo parce que c'était important, parce que l'idée était là, s'ils connaissent pas les démonstrations ils peuvent apprendre par cœur les résultats ça ne sert à rien. Donc ça m'est arrivé de les embêter avec ça. Et puis l'exercice qui vient après qui de toute façon en général encore une fois c'est des techniques qui sont déjà dans les démonstrations c'est lié, c'est des petites idées. Il n'y a pas tant d'idées que ça en fait, c'est juste qu'elles se disent de façon variée quoi, les idées centrales il n'y en pas tant que ça. Ce qu'on essaye de faire en colle c'est de montrer que c'est toujours la même chose. C'est ça qui est dur.
I	Et les colleurs qui ne font pas de cours ils passent directement à un exercice c'est ça ?
Z.H.	Oui voilà. Mais ils savent qu'ils doivent quand même évaluer le cours au fût et à mesure de la colle, et ça vient automatiquement quoi, dans l'exercice on a besoin de la formule de machin, ben si l'élève ne la sait pas ben il y a une partie du cours qui n'est pas sue.
I	Et tu leur précises un corpus particulier ? ou c'est le chapitre en cours ?
Z.H.	Alors je leur donne un programme de colle relativement détaillé et sur un chapitre une semaine avant, enfin le mercredi pour la semaine d'après. Donc je leur dis c'est le chapitre machin, et je leur dis on a fait ça ça ça, s'il y a quelques ambiguïtés je leur précise, donc ils ont quelques chose d'assez précis. Je leur envoie pas le poly de cours parce que ça serait trop détaillé, je préfère qu'ils, chaque colleur a son point de vue, mais c'est quand même très précis, ils savent précisément sur quoi interroger.
I	D'accord. Et à ton avis c'est quoi le rôle des colles?

	Z.H.	Ça sert de cours particulier en fait la plupart du temps
	I	Tu le dis explicitement aux élèves?
	Z.H.	Non je dis aux élèves vous serez interrogés, mais ils s'end rendent compte au fût et à mesure,
	I	Mais tu leur dis pas cours particulier?
	Z.H.	Je leur présente pas ça comme ça non.
	I	Parce qu'ils le disent beaucoup
	Z.H.	Oui. Déjà ils s'en rendent compte assez vite. Je veux que ça reste quand même, encore une fois je suis dans l'optique de il faut que vous appreniez votre cours, il faut que vous appreniez votre cours correctement. Donc je le fais passer comme quelque chose d'un peu, ça peut les stresser un peu et j'en profite voilà. Il ne s'agit pas de les harceler, mais ils en ont peur au début, c'est un passage à l'oral ils aiment pas ça, et c'est pas plus mal parce qu'au début ils ont besoin d'être secoués gentiment, mais enfin par défaut ils apprennent rien quoi ou mal. Donc il faut les secouer parce que les colles ça remet un petit coup de pression pour qu'ils se forcent à aller chercher le cours et aller comprendre ce qui se passe. Donc ben c'est très bien comme ça, je leur dis vous serez face à des exercices en direct, oui oui en direct, ohlala ça va être dur, ben oui mais vous verrez bien... et en pratique ils se rendent vite compte que c'est d'une réalité ça reste comme ça, mais qu'on est là pour leur réexpliquer
	I	Est-ce que c'est comme ça avec tous les colleurs ?
	Z.H.	Oui les colleurs que j'emploie font ça. De toute façon mes colleurs c'est mon collègue de deuxième année donc voilà, et puis un collègue de terminale [de D] qui colle depuis longtemps avec nous, et j'en discute avec lui, il me montre les exercices qu'il a fait, bon c'est des choses vraiment basiques
	I	Vous préparez à l'avance ? il y a une coordination à l'avance ?
	Z.H.	Non c'est pas à l'avance, mais a posteriori je vois, il me montre, il me laisse dans le cahier de colles les exercices qu'il a donnés
	I	Et qu'est-ce que tu attends dans son compte-rendu après les colles? Qu'est-ce qu'il te donne à part la note et les exercices qu'il a fait ?
	Z.H.	Souvent j'ai que la note, je vois l'exercice et la note, et donc je vois assez vite, parce qu'encore une fois on n'a pas le temps de couvrir un nombre de sujets extraordinaire, donc rien qu'en regardant l'énoncé de l'exercice et la note qu'il y a à côté je vois ce qui a bloqué ou pas bloqué quoi, j'ai pas besoin d'un commentaire détaillé
	I	Il te dit quelque chose de particulier à propos des élèves ?
	Z.H.	Ça arrive, quelques fois c'est pas systématique, la plupart du temps je regarde la note, je vois l'exercice et bon je vois si le cours est su ou pas parce que l'indicateur c'est la moyenne/pas la moyenne, donc je vois s'il a 8/9 ou 11/12, ce qui pour moi n'est pas la même chose et on est d'accord sur ce langage-là, un élève qui a 11 c'est un élève
	I	C'est pour mettre la moyenne
	Z.H.	Et je dis aux élèves ça, si vous connaissez votre cours vous aurez la moyenne même si vous faites rien en exercice, si le cours est su c'est bon. Si vous avez

	pas votre cours et si vous faites l'exercice
I	Un cours su c'est-à-dire la toute première question ? il suffit de réciter
Z.H.	C'est la difficulté de la règle, qu'est-ce qu'on appelle savoir son cours. Quelqu'un qui me répond, c'est ce que j'ai appliqué aux élèves pour être honnête avec eux comme je détache la question du cours du reste, un élève qui sait son cours au début mais qui sait moins bien son cours ensuite sur l'exercice si je m'amuse à taper sur d'autres endroits du cours, là ma règle est prise en défaut, je ne vais pas l'embêter donc je ne le descends pas quand même. Quelqu'un qui a su me répondre comme ça à la première question ben aura au moins 10 quoi, parce qu'il n'aura pas beaucoup plus, pour moi 10 ça veut dire ça, on se met d'accord avec les colleurs que c'est quelqu'un qui bon ok il savait son cours au début mais pas grand-chose d'autre. Après on monte à 11/12 si l'élève a pas su faire grand-chose mais qu'au moins il a bossé qu'on l'a senti. Un élève qui a bossé son cours ça se voit, surtout à l'oral comme ça on discute, même si on donne une petite indication il l'attrape ou il reste complètement, quelqu'un qui a rien lu ça se voit tout de suite quoi. Donc la note traduit ça et les élèves sont au courant, les colleurs je me mets d'accord avec eux pour ça, voilà.
I	Est-ce qu'il y a des instructions officielles qui disent il faut commencer par une question de cours puis un exercice ?
Z.H.	Non je pense pas.
I	Il y a rien qui
Z.H.	Ou je suis pas au courant. Je sais que souvent c'est comme ça
I	Ça se transmet, c'est la norme ?
Z.H.	Oui j'ai l'impression. Après ça dépend des gens. J'ai toujours fais comme ça, des collègues j'ai entendu dire faisaient ça aussi, c'est le critère quoi, c'est lisible pour le professeur qui prend la note, la liste des notes, il sait assez vite ce qui s'est passé.
I	D'accord. Bon j'avais deux petites questions comme ça hors-thèmes. Alors la première question que j'avais posée aux étudiants c'est où est-ce que vous travaillez, est-ce que c'est chez vous, chez des amis, au lycée ? et donc si je regroupe les deux promotions sans distinguer, j'ai 90% des élèves qui disent travailler chez eux souvent ou toujours, j'ai presque 0% qui disent chez des amis, et 20% qui disent travailler au lycée donc dans l'établissement la bibliothèque... alors est-ce que c'est en rapport avec la situation géographique de provenance des étudiants ?
Z.H.	C'est possible oui. Après il y a aussi des trous dans leur emploi du temps mais il y en a pas beaucoup. Il y en a quelques uns entre les colles ça arrive donc ils sont obligés de travailler au lycée, j'espère qu'ils travaillent en tout cas. Il y en a quelques uns qui viennent d'assez loin qui ont des transports longs, alors est-ce que cela favorise le lycée plutôt que chez eux je ne sais pas.
I	Il y en a beaucoup qui viennent de loin ou ils sont majoritairement sur la région parisienne ?
Z.H.	La région parisienne c'est sûr, mais même en région parisienne ça peut mettre une heure de transport. On en a très peu qui font plus d'une heure

	mais il y en a, et d'ailleurs ça les démolit. On essaye, nous dans notre recrutement, la province géographique on essaye d'éviter, on essaye d'exclure autant que possible des gens même qui ont un dossier correct mais qui ont besoin de deux heures de transport aller et retour, on peut pas les recruter parce qu'on pense à eux tout simplement quoi.
I	Et donc le prof principal j'avais noté ça vous vous répartissez les tâches, donc c'est entre toi et le prof d'anglais cette année c'est ça ? pour tout ce qui est colloscope
Z.H.	Oui alors le colloscope c'est moi qui m'en charge, lui il s'occupe énormément de recevoir les élèves de discuter, surtout au début de l'année au moment où il faut qu'il les suive il les suit énormément oui
I	Donc c'est pas le prof de la matière principale qui est le prof principal ?
Z.H.	Non on a un coordinateur qui fait l'anglais les deux années donc il le fait
I	Bon je pense que j'ai parcouru toutes les questions que j'avais notées, j'ai encore une petite question, c'est au début ça concerne le fait de discuter du cours avec les autres élèves, c'est plus répandu chez les faibles que chez les bons. Parce que là je n'ai pas du tout présenté les résultats selon le niveau mais moi j'ai fait des dépendances avec le niveau, et donc on a 54% des faibles qui disent qu'ils discutent du cours avec les autres, et on a 9% des bons qui le font. donc
Z.H.	Ça je pense que ça aurait pu changer si c'était cette année, peut-être un petit peu, ceci dit c'est plus naturel que les faibles s'entraident se posent des questions entre eux, les bons ont moins besoin de discuter du cours parce que le cours est passé. Je pense qu'il y aurait cette année plus d'entraide, et ça c'est dû au fractionnement qu'on avait l'année dernière. Comme il n'y avait pas de tête de classe, je pense que l'absence de tête de classe se voit là, une tête unie qui dynamise la classe, je pense que les 9% les voilà. Il y avaient quelques bons dispersés de caractères très différents et bon ils communiquaient pas entre eux, ils communiquaient avec ceux qui étaient dans leur entourage mais peut-être pas de ça, c'est quelque chose comme ça oui
I	D'accord. Parce que moi j'ai réparti la classe en faibles, moyens, bons. J'ai pris quand même des critères, je ne sais pas si tu serais d'accord. Mais j'ai mis tous ceux qui ont en-dessus de 8 en maths je les ai considérés comme faibles, ceux qui ont entre 8 et 13 des moyens, et après les bons c'est vraiment les très bons qui ont au-dessus de 13 pour pouvoir repérer quand même
Z.H.	Pas beaucoup du coup
I	Il n'y a en pas beaucoup mais c'est pareil partout. Mais c'était juste pour séparer quand même un groupe qui a vraiment un comportement remarquable et qui se distingue par une moyenne en maths qui est au-dessus de 13. C'est pour cela je demandais les moyennes. Après je ne sais pas si tu es d'accord.
Z.H.	Ben en-dessous de 8 c'est un peu trop large, parce qu'en dessous de 8 il y a beaucoup. Il y a vraiment des caractères et des niveaux très divers parmi ceux qui sont en dessous de 8

I	Les 7/8 tu les considères moyens quand même?
Z.H.	Ça dépend des interros
I	Et si on parle de la moyenne sur l'année qu'est-ce que tu mettrais comme élèves faibles ? en maths
Z.H.	[silence] en dessous de 6
I	Et après les moyens? Entre 6 et 10?
Z.H.	Oui. Bon encore une fois ça évolue parce que moi j'adapte mes DS au fût et à mesure, c'est des choses qui bougent tout le temps. Dans l'idéal j'aimerais bien avoir une moyenne de classe à 9/10
I	Elle est à 8 je pense
Z.H.	Elle est en général à 8, mais si on regarde la médiane, la médiane est souvent en dessous de 8, j'arrive pas à faire monter la moitié de classe au-dessus. J'ai une moyenne qui est à 8 parce que j'en ai quelques uns qui ont pigé le truc, et surtout cette année j'ai des 20, des 20 j'en ai eu plusieurs quoi. Et à côté j'en ai qui ont 1/20 sur le même énoncé, une question de cours
I	Donc les faibles ils sont très hétérogènes
Z.H.	Les faibles sont très hétérogènes. J'ai des faibles qui sont eux-mêmes, un même individu est hétérogène d'une fois sur l'autre. J'en ai quelques uns qui ont bien travaillé le cours, donc sur des questions de cours ils se retrouvent avec 8, et qui la fois d'après à 3, parce que cette fois d'après il a moins travaillé son cours et que du coup forcément les questions de cours il savait pas les faire, donc ils passent de 8 à 3 parce que leur comportement de travail est trop varié quoi, c'est pas assez régulier. Donc je favorise tellement ça la première année, je veux tellement montrer qu'il faut apprendre son cours que je mets un barème très généreux et une question très généreuse sur le domaine, et comme leur comportement varie d'un devoir à l'autre ça fait des montagnes russes. Donc du coup c'est ça qui est dur, quelqu'un, j'ai eu cette des gens qui ont 8 mais qui sont forcément faibles, mais j'en ai d'autres qui étaient plutôt bons. J'ai une fille cette année qui est quelqu'un qui comprend tout quoi mais qui se disperse et elle a pas dépassé 8 ou 7 de l'année, et elle est plutôt forte, disons moyenne. Donc c'est ça qui est dur à juger. Alors en gros où il faut mettre la limite? Mettons 7 quoi, 8 ça me paraît quand même un peu. Il y a tellement de monde entre 6 et 10, c'est tellement serré que 8 c'est un peu, il y a des gens qui ont 8 et qui sont moyens pas faibles. Ça serait un peu plus juste 7.
I	D'accord. Je ne sais pas si tu as des commentaires, on a passé certaines choses
Z.H.	J'ai dis ce qui me tenait à cœur sur les méthodes de travail, donc le reste
I	Je remets les feuilles dans l'ordre [feuilles avec les histogrammes] comme ça si tu as envie de commenter encore quelque chose
Z.H.	A priori je pense que je l'aurais dis si j'avais vu passer. J'ai dis ce qui compte pour moi. Oui le truc de groupe ça je peux pas être plus précis j'ai pas d'apport détaillé sur le sujet.
I	Pour nous l'hypothèse est que ça va contre les idées de compétition de concurrence dans les prépas, on voit quand même qu'il y a une certaine solidarité même si ce n'est pas concrètement un travail de groupe mais qu'ils

	sonst là, qu'ils s'aident, qu'ils se remontent le moral, c'est dans ce sens que j'évoque la solidarité.
Z.H.	Oui évidemment. Dans ce sens là effectivement il n'y a pas, je rejette toute forme de compétition dans le sens on passe le même concours donc on ne va se marcher dessus surtout pas. Je pourrai peut-être effectivement leur mentionner un peu plus parce qu'il y a certains pour lesquels c'est peut-être pas évident, en pratique ça ne se sent pas, je ne perçois pas de compétition. Les groupes qui se créent sont des groupes d'affinité, de niveau de travail c'est pas une question de compétition. Il y a mon collègue de deuxième année qui est passé les voir en fin d'année pour ceux qui vont continuer il leur a répété ça : il y a suffisamment de places au concours pour que vous soyez pas en compétition entre vous, au contraire, si vous créez une dynamique de classe, les années où on a eu de très bons résultats sont les années où tout le monde s'est mis ensemble pour bosser. Il leur dit donc ils sont au courant pour la deuxième année.
I	C'est intéressant ce que tu m'as dit sur le plan de travail, ça explique des choses que je n'aurais jamais devinées, le fait qu'il y ait un prof qui leur fait faire des plans de travail.
Z.H.	C'est très particulier ici
I	Même le fait qu'ils cherchent des exercices supplémentaires. C'est des questions qu'on se posait ; ils sont 70% à dire qu'ils sont contents de ton cours, pourquoi ils vont chercher ailleurs ?
Z.H.	Peut-être c'est des reflexes... peut-être c'est mon âge aussi, peut-être qu'il se trouve que je suis trop jeune, ça peut jouer des trucs bêtes comme ça je ne sais pas
I	Tu as eu des redoublants de l'année d'avant dans ta classe?
Z.H.	Alors j'en ai eu un parce qu'il avait été malade,
I	Mais c'était toi qui l'avais enseigné sur deux ans. Non je veux dire quelqu'un du prof d'avant
Z.H.	Non c'est très rare parce qu'ils ne sont pas censés redoubler en première année, donc pour raison médicale on peut mais j'en n'ai pas eu. Là où ça s'est vu c'est en deuxième année puisque les miens qui sont passés en deuxième année ont été dans la même classe, du coup ceux qui ont redoublé leur deuxième année il y en a eu quelques uns
I	Il y a eu des décalages, des différences dans les méthodes de travail, dans les résultats ?
Z.H.	Je ne sais pas... les résultats, non rien de particulier. Je pense que le changement de prof n'a pas, ça a pas du changer grand-chose, comparés aux autres à ce stade là ils ont déjà passé tout une deuxième année. Il y en a qui ont bien réussi parce qu'ils avaient besoin d'une deuxième deuxième année pour comprendre mais je sais pas si, je sais pas trop s'il y a une différence il faudra voir sur le long terme, parce que sur un an les résultats d'admissibilité...
I	Bon je pense que j'ai posé tout ce que j'ai eu comme questions en rédigeant parce que j'étais en plein dans le chapitre d'analyse et il y avait beaucoup de choses que je ne comprenais pas, des résultats contradictoires, des choses que

		je n'arrivais pas à expliquer...je ne devrais pas en avoir beaucoup plus, mais si j'en ai je reviens vers toi à la rentrée si j'ai des trous... mais a priori j'arrête de t'embêter
	Z.H.	[rires] ça ne m'embête pas
	I	Donc voilà merci beaucoup!

Entretien H.C.

	I	Bon je vous explique. Donc j'ai fait complété les questionnaires dans votre classe en fin d'année deux fois, et j'ai sorti les résultats. Ce que vous voyez là [montrant les diagrammes] c'est pas juste ceux de vos élèves, donc ça c'est vous, mais c'est aussi ceux des deux lycées S, mais j'ai quand même tout sorti.
2	H.C.	Ce sont des voies S ? lesquelles ?
3	I	Oui c'est des ECS, deux ECS.
4	H.C.	Ah oui d'accord. C'est chez F.J. ça ?
5	I	Oui, mais c'est en première année donc c'est pas lui le prof, lui il est en deuxième année. C'est comme chez vous, c'est les élèves de première année.
6	H.C.	D'accord
7	I	Donc il y a la promo 11-12 donc ceux qui ont fini l'année dernière, donc ceux que moi j'ai vus en première année en 11-12 donc il y a deux ans,
8	H.C.	Oui j'essaye de me restituer... ceux-là ils étaient en première année en 11-12, donc ils ont fait deuxième année en 12-13, d'accord.
9	I	Oui c'est ça
10	H.C.	Donc ça c'était la classe dont on disait qu'elle était très bonne avec une très bonne attitude, pas d'absentéisme et tout, et qui a eu des résultats, bon à mon avis, médiocres, pas mauvais mauvais mais pas, disons les moins bons depuis plusieurs années, d'accord.
11	I	Et ça [12-13] c'est la promo que vous avez actuellement en deuxième année, mais je l'évoquerai par rapport à son travail l'année dernière donc c'est la promo 12-13
12	H.C.	Donc vous avez connu Ghita ? qui est allée à l'ESCP
13	I	Oui, c'est une marocaine
14	H.C.	Oui c'est une marocaine, c'est une élève totalement atypique, c'est une fille intelligente mais qui a eu un problème en début de première année, elle était coincée au Maroc elle n'arrivait pas à avoir son visa donc elle est arrivée courant Octobre, il y avait déjà plus d'un mois de cours qui s'était déroulé, elle a été larguée en maths. Elle s'en n'ai pas faite au début, il sera toujours temps de se rattraper, mais quand elle a commencé à s'y mettre elle a jamais pu rattraper. Donc en deuxième année elle a totalement décroché, et elle a réussi la PERF qui est assez rare dans les élèves de techno et elle a intégré l'ESCP mais avec 4,5 en maths compensé par un 19 en éco et la même chose en Arabe ou un truc comme ça, vous voyez ? Donc elle a pas fait de maths pratiquement pendant les deux années de prépa, elle a fait très peu de maths, donc c'est vraiment un cas atypique parce que la presque totalité des gens qui sont à l'ESCP sont des gens qui ont travaillé les maths et qui ont des, enfin en techno
15	I	Oui. Bon donc voilà j'ai essayé d'interpréter ce que j'ai trouvé en termes de résultats statistiques, j'ai aussi fait des tests d'évolution entre le début et la fin de l'année, j'ai fait des tests de dépendance avec le niveau, avec même l'origine parce que là on a les deux populations [marocains/ non-marocains]

		etc... mais c'est pas ce que je présente ici. Donc là je présente juste les pourcentages qui sont ressortis des réponses au questionnaire, et systématiquement c'est ceux qui disent oui ou bien souvent/toujours
16	H.C.	Ah oui d'accord, donc ça indique une évolution c'est ça.
17	I	Oui, par exemple on voit là qu'il y a moins de personnes qui travaillent souvent ou toujours en groupe en fin d'année qu'en début d'année [montre diagramme correspondant].
18	H.C.	Et là plus dans cette classe là [12-13] c'est marrant ça
19	I	Oui, mais bon après on a vu que ce n'est pas systématiquement tout ce qu'ils disent qui s'applique. Mais donc c'est juste pour avoir un support visuel, si vous avez envie de regarder comme ça parce que j'évoquerai des fois des pourcentages. Mais donc ce que j'ai fait c'est que j'ai organisé les items du questionnaire en thèmes pour analyser, et donc j'ai huit thèmes, et pour chaque thème j'ai noté des petites questions, soit des questionnement des choses que je ne comprends pas, soit des questions parce que je n'avais pas pris toutes les infos... dans certains cas on en avait déjà discuté dans nos mails ou même quand on s'est vus avant, mais comme je formalise maintenant j'ai des questions. Alors je ne sais pas si on aura le temps de tout parcourir mais on va essayer de couvrir le plus important
20	H.C.	Allez-y allez-y
21	I	Bon, donc ce que j'avais mis comme premier thème c'est tout ce qui concerne la collaboration entre les étudiants. Et donc là on le voit à travers tout ce qui est travail de groupe, la notion de l'entraide, les discussions avec les autres, les camarades. Bon une première question qui ne vient pas des résultats, mais selon vous est-ce que vous ressentez qu'il y a un groupe classe, donc il faut essayer de penser déjà aux deux promos que vous avez eues, et quel rôle est-ce que ce groupe classe a joué, s'il existe.
22	H.C.	C'est complexe comme question, parce qu'en fait dans la classe il y a des sous-groupes, et en plus c'est pas toujours pareil d'une année à l'autre. L'an dernier nous avons eu pas mal de tension entre les marocains et les non-marocains, est-ce que je t'en avais déjà parlé je ne me rappelle plus ?
23	I	On a évoqué les deux populations, et de toute façon c'est quelque chose que je constate dans mes résultats et donc je veux bien qu'on en parle, parce que c'est une question globale mais comme ça
24	H.C.	Alors, c'est très intéressant le type de tensions qu'il pouvait y avoir, c'était pas racial ou ethnique pas du tout. L'année dernière notamment où les tensions étaient plus fortes que d'habitude
25	I	L'année dernière c'est la promotion 11-12 ?
26	H.C.	Oui c'est l'année d'avant, 11-12. Moi je les compte sur deux ans, j'aurai tendance à l'appeler 11-13
27	I	D'accord
28	H.C.	Dans cette promo là, c'est là où il y a eu de très fortes tensions entre les marocains et les pas marocains, et là où les tensions était les plus fortes c'était entre les marocains et les franco-marocains
29	I	Et quand vous dites les marocains c'est ceux qui sont venus du Lycée Marocain directement ici ?

30	H.C.	Alors ils ne sont pas toujours tous du Lycée Marocain mais ils sont majoritairement selon les cas. Mais je me rappelle qu'à un moment où justement ce jour-là pour une raison extérieure il y avait pas les marocains, les élèves présents se sont un peu lâchés sur les reproches qu'ils faisaient aux marocains, le côté on se la pète un peu on a le sentiment d'être meilleurs. Mais il y avait d'autres reproches qui étaient faits sur un sentiment d'injustice qu'ils éprouvaient et qu'ils formulaient en disant c'est pas juste parce qu'ils sont meilleurs au début, puis ils ont bénéficié de meilleures conditions etc.... donc c'est pas juste. Mais moi j'ai eu le sentiment que le reproche qu'ils faisaient ils étaient pas vraiment capables de le formuler en ces termes mais c'était un reproche de classe sociale. C'est-à-dire que les franco-marocains ce sont des enfants de prolo, de prolétaires, vous voyez ? les marocains ce sont les enfants de bourgeois marocains ou de petits bourgeois, ils ont très souvent des professions de médecins, d'architectes, de chefs d'entreprise, de profs de fac. Il y en avait une de particulier une franco-marocaine qui était très très remontée contre les marocains, c'était une fille qui avait extrêmement fortement investi puisque alors qu'habitant à 100 et quelques kilomètres de Paris elle avait pris une chambre à Paris pour faire ses études, pour avoir une meilleure prépa parce qu'il y en avait une à côté de chez elle, mais enfin bon. Et elle s'est figurée, je pense que cette fille devait avoir un très très bon dossier en Terminale, et elle s'est figurée qu'il y avait un petit peu de travail qu'elle allait rattraper, puis elle est tombée sur des gens qui étaient d'un niveau très largement supérieur au sien, elle a jamais réussi à monter de niveau.
	I	Donc il y avait vraiment une compétition entre les deux populations ?
	H.C.	Disons que la compétition a vite tourné court puisque les marocains étaient largement meilleurs
	I	Et cette année aussi il y a le même problème, avec cette promotion aussi [promo 12-13] ?
	H.C.	Alors sur la promotion que j'appellerai 12-14 c'est très très net aussi. Si vous prenez la liste des élèves qui ont eu des bonnes admissibilités, on a Fahmi qui est un franco-tunisien, qui lui est le modèle de réussite parmi nos élèves de techno, il vient d'une cité qui en France peut s'appeler cité à problèmes, c'est une ville de banlieue dont vous pouvez entendre parler dans les actualités, qui a débuté l'année sans être de niveau, en première année. Il a débuté, je regardais ces résultats récemment quand j'ai vu ce qu'il avait fait, le premier concours blanc il était douzième de la classe il avait 6 en maths, il termine il est admissible partout, il a les meilleurs résultats de la classe, meilleurs que les marocains puisqu'on a les notes, notamment il a 19,5 en maths au concours HEC, je veux dire
	I	Et comment il a fait pour rattraper tout ça ?
	H.C.	Il a bossé, il a beaucoup travaillé.
	I	Mais parce que moi je le perçois dans mes résultats, je le perçois dans les pourcentages, dans les tests de dépendance que j'ai faits, je vois très bien ça. Mais comme c'est vraiment un thème transversal que je vois dans toutes les questions je me suis dit on va en parler parce que ça va regrouper tout.

	H.C.	Qu'il faut travailler vous voulez dire ?
	I	Non non la différence entre les deux sous-groupes, les deux populations
	H.C.	Les marocains et les autres
	I	Voilà. Donc après déjà il y a les notes qui les séparent, comme j'ai construit trois groupes avec les faibles, bons et moyens, ils sont systématiquement dans les moyens ou bons. Et puis on voit quand je compare juste par origine de provenance, c'est-à-dire Maroc/pas Maroc, ce que j'avais mis comme j'ai les lycées de provenance, il y a vraiment des écarts presque partout. Il doit y avoir beaucoup de raisons pour ça
	H.C.	Déjà le milieu culturel n'est pas le même, les marocains ce sont des gens, ils arrivent à 18-20 ans mais ils ont déjà voyagé, tu vois ?
	I	Ils habitent ensemble ? est-ce que vous le savez ?
	H.C.	Certains ont des colloques, d'autres
	I	Ils travaillent ensemble ? ils se voient en dehors de l'école ? ou c'est pas vraiment ça ?
	H.C.	Il n'y a pas de groupe collectif. D'abord même s'ils sont marocains c'est pareil quoi, c'est des gens dans tous les pays du monde il y a des affinités
	I	Non mais c'est parce qu'ils viennent du même lycée je veux dire
	H.C.	Oui mais ils ne se connaissent pas forcément parce qu'il y avait plusieurs classes dans ce lycée et même plusieurs sections, ils se connaissaient assez peu. Par exemple j'ai été assez souvent surpris d'apprendre que d'une génération à l'autre, enfin d'une année à l'autre souvent ils se connaissent pas. Alors parfois ils se connaissent ne serait-ce que parce que il y a le grand frère de... Nima la fille dont je t'ai parlée qui a redoublé et qui a échoué en redoublant, si elle tenait tellement à faire une grande école c'est que sa sœur aînée je l'ai eu comme élève il y a quatre ans, elle a intégré HEC alors ça fait un effet de rivalité. De même l'élève que je vous ai montré qui n'a rien obtenu cette année Ghali, j'ai eu son frère Mohammed comme élève et lui il a fait HEC aussi en 2006. Donc Ghali, il y a deux garçons dans la famille, Mohammed a fait HEC, bon voilà.
	I	Mais donc il y a le groupe des non-marocains en classe, en termes de groupe classe, et le groupe des marocains en quelque sorte ? ou ils ne sont pas très regroupés les marocains entre eux non plus ? ou c'est même pas comme ça la répartition ?
	H.C.	Alors souvent les marocains peuvent être amis entre eux, mais ils ne sont pas tous amis entre eux, ils ont des affinités. Et puis encore une fois il y en qui habitent dans le même immeuble ou dans le même foyer.
	I	Il n'y a pas d'internat ?
	H.C.	Nous on n'a pas d'internat. Mais il y a un foyer qui était jusque l'année dernière, ça s'appelait foyer des lycéennes jusque l'année dernière, vous en aviez entendu parler ?
	I	Non je ne connais pas
	H.C.	C'est dans le 16ème arrondissement, c'était réservé à des filles. Il y a eu beaucoup d'étrangères dans ces filles et j'ai eu régulièrement des élèves qui y étaient.

I	Les marocaines ?
H.C.	J'ai déjà eu des françaises qui y étaient aussi, qui habitaient la province par exemple. Alors ça avait plusieurs avantages ce foyer des lycéennes. D'une part la gestion matérielle, le repas du soir bon c'est réglé quoi. D'autre part c'était pas très cher. Et également on avait quelques avantages secondaires tels que là-bas il y avait des profs et ils pouvaient s'inscrire sur des tableaux suffisamment longtemps à l'avance pour avoir un cours particulier avec un prof payé par l'éducation nationale. Et en plus il y a d'autres filles qui y séjournent aussi, qui font éventuellement d'autres types de prépas et si vous arrivez à être copine avec une de ces filles vous pouvez lui demander un petit coup de main. Donc j'en ai eu pas mal qui étaient de bonnes élèves. Alors maintenant ce foyer des lycéennes n'est plus foyer, alors ça avait un inconvénient et je ne sais même pas pourquoi cet inconvénient, c'est que ça fermait le jour des vacances, le premier jour des vacances, ce qui fait que c'est très embêtant pour une étrangère. Vous qui venez du Liban vous voyez, ça veut dire que pour toute la période des vacances soit il faut que vous rentriez dans votre pays, soit si vous avez de la famille ça passe, mais bon c'était vraiment embêtant. Alors ce truc là a été transformé maintenant, bon c'est pour les modernités, ça avait ce côté embêtant ce truc pour les jeunes filles, vous avez peut-être encore des institutions comme ça au Liban, mais le truc des jeunes filles ça voulait dire quoi, ça voulait dire le soir c'était fermé à minuit
I	Oui il y a beaucoup d'institution comme ça gérées par
H.C.	Ça fait presque religieux
I	Oui justement
H.C.	Alors nous c'est laïque, c'était l'éducation nationale et tout, mais vous voyez les jeunes filles le samedi soir interdiction évidemment de recevoir qui que ce soit à l'intérieur, mais nous c'est fini en France ces trucs là, autrefois il y en avait mais bon, donc là du coup ils ont supprimé ça ils l'ont renommé, et c'est mixte.
I	Depuis quand ?
H.C.	Depuis, c'est cette année ou l'année dernière
I	D'accord, donc il y a peut-être eu des gens de l'autre promo qui étaient là-bas avant la transformation
H.C.	Oui oui oui, et dans les gens que vous voyez il y en a plusieurs qui sont dans ce foyer, enfin il y en avait plusieurs en début d'année, 4 ou 5 quand même. C'est pas mal du tout, mis à part le fait que c'est pas très gênant quand c'est un français ou une française qui doit retourner dans sa province pendant les vacances, mais pour les étrangers ou étrangères c'est quand même plus gênant.
I	Bon donc en parlant de collaboration aussi il ya l'histoire du travail de groupe. Donc si je regarde ce que les étudiants ont répondu, il y en a mais c'est pas beaucoup. Il y a 40% et quelques [11-12] et là [12-13] on touche les 50%. Donc il n'y a pas énormément de travail de groupe, alors ça peut être dû en partie à ça. Mais est-ce que vous vous encouragez, vous avez des dispositifs qui encouragent le travail de groupe ?

H.C.	Alors pas particulièrement à une exception près dans mes méthodes de travail. Vous êtes venue une fois pour les colles, j'ai continué
I	Le dispositif de colles, on va en parler en détail parce que j'ai pas mal de question sur ça, mais dans le cours est-ce que vous le faites, ou même sans le faire vous-même est-ce que vous les encouragez à travailler en groupe ? vous leur conseillez ?
H.C.	Ah par exemple, ils ont tout à fait la possibilité comme ils sont surchargés de boulot, cette année je ne sais pas ce qui se passe mais ils sont, ils dorment en classe mais vraiment ils dorment, les bras sur la table, ils sont surchargés de boulot. Alors moi je leur suggère, tous ceux qui le veulent mais alors c'est complètement libre, ils peuvent rendre un devoir à deux ou voir à trois si ça les chante. Je leur dis si vous faites une rédaction, faites que ce soit la votre, ne prenez pas le temps juste pour une question de notes de recopier le devoir du voisin, ça n'a aucune espèce d'intérêt. Mais si vous voulez mettre trois noms sur une feuille, vous avez travaillé ensemble votre devoir pour moi ça n'a aucun inconvénient. Ça leur permet d'économiser un petit peu de temps tout en faisant un travail ensemble.
I	Et vous pensez qu'ils travaillent vraiment ensemble ou c'est une personne qui fait le travail et qui met les noms des autres ?
H.C.	Il y a les deux. De temps en temps
I	Donc il y a des personnes qui font l'effort de travailler ensemble ?
H.C.	Ah oui oui. Si vous êtes passée dans cette classe, vous les connaissez les deuxième année là vous m'avez dit ?
I	Oui ceux qui sont en deuxième année maintenant, qui étaient une cinquantaine l'année dernière [promo 12-13]
H.C.	Je vous ai parlé d'une Ghita. Ghita était très copine cette année de Marwa, elles étaient toujours au premier rang. Et ces deux filles travaillaient authentiquement ensemble. Il me semble même qu'elles habitaient dans le même immeuble. C'était deux copines depuis toujours, et ça par exemple je sais qu'elles travaillaient ensemble. Fahmi par contre, et qui a donc très bien réussi, il me rendait toujours des devoirs qui étaient les siens.
I	Et il travaillait seul ?
H.C.	Ben je vais vous dire moi je pense qu'il y a un facteur aussi qui entre en considération, les deux filles habitaient le même immeuble, Fahmi il habite loin.
I	Oui c'est ce qu'on a évoqué, moi je pense avoir vu Manon et j'avais discuté avec elle à un moment l'année dernière et elle m'a dit que probablement il y a le facteur logement, l'éloignement géographique, qui ne favorisait pas le travail de groupe, mais c'est pour ça c'est elle qui m'a dit que peut-être les marocains parce qu'ils habitent certains ensemble ils travailleraient éventuellement en groupe, mais elle ne savait pas.
H.C.	Oui, alors Manon est une fille un peu spéciale par ailleurs. Je pense qu'elle travaillait concrètement de manière très solitaire
I	Oui, elle m'a dit j'ai pas trouvé quelqu'un avec qui travailler
H.C.	Oui elle n'a pas trouvé mais je ne sais pas si elle cherchait tellement non plus, elle un tempérament un peu spécial Manon, elle est bizarre comme fille.

I	C'est la seule qui a bien voulu m'écrire et me voir au bout d'un moment parce qu'ils lâchaient au bout d'un moment
H.C.	Elle a eu des résultats décevants maintenant elle était malheureuse, enfin c'est pas nul, elle a Toulouse qui est une bonne école, enfin il faut encore passer l'oral, mais elle pouvait espérer mieux que ça parce que c'était plutôt une bonne élève. Mais je ne sais pas ce qui s'est passé j'ai eu l'impression qu'elle galère en deuxième année, qu'elle arrivait pas à avoir une impulsion supplémentaire. Peut-être aussi que sa maman lui mettait un peu trop de pression. Elle a une maman qui avait fait l'ESSEC autrefois. Et maman bon elle est originaire d'Algérie, c'est une juive d'Afrique du Nord. Les mères juives d'Afrique du Nord ont la réputation d'être des mères un peu possessives. Et moi je me rappelle avoir été quasiment choqué lorsqu'en première année Manon voulait changer d'ordinateur et maman n'avait accepté de lui changer d'ordinateur que sous la carotte d'un truc, il fallait qu'elle soit dans les cinq premiers au concours blanc et Manon avait pas voulu parce qu'elle n'avait été que sixième au concours blanc. Je me dis que c'est, moi je trouve pas ça terrible de faire comme ça avec des jeunes filles de 19 ans, vous voyez ? De les traiter comme si elles étaient à l'école primaire quoi. A l'école primaire vous pouvez peut-être un petit peu bosser à l'école pour la carotte mais enfin c'est, si à 18-20 ans vous en êtes à préparer HEC ou un truc comme ça juste parce que vous espérez avoir un ordinateur neuf, eh ben.
I	Je vois. Bon moi je distingue deux choses, et c'était clair dans le questionnaire et c'est clair dans les réponses des étudiants, il y a le travail de groupe d'une part et il y a la solidarité d'autre part. Alors si je dis ça c'est parce que dans l'item l'entraide avec mes camarades est aussi déterminante pour ma réussite que mon travail personnel on est quand même à 90% de gens qui sont d'accord ou totalement d'accord, et c'est pas du tout la même chose que le travail de groupe. Donc a priori il y a une espèce de solidarité qui est valorisée quand même. Mais je ne sais pas ce que vous en pensez, quelle forme est-ce que ça prend et comment est-ce que vous le percevez ou que vous l'encouragez aussi ?
H.C.	Alors en classe j'en vois assez souvent qui s'entraident parce qu'à la limite ça perturbais assez souvent le cours parce qu'il y en a un qui demande à l'autre et puis l'autre lui demande des explications. Et notamment cette année c'était parfois difficile parce qu'encore une fois 45 je pouvais pas laisser... vous avez déjà été élève dans une classe à 45, élève ?
I	Non
H.C.	C'est dur 45 je trouve.
I	Je n'ai jamais été à plus de 45
H.C.	Moi non plus. Mais là j'ai eu à gérer une classe à 45, et en plus sur le lot ce qu'il faut voir c'est qu'il y en a qui sont démotivés, qui ne sont là que pour pas être portés absents, donc qui sont souvent portés à faire un petit peu autre chose. On en avait déjà parlé mais le portable en cours
I	Oui c'est partout
H.C.	Mais encore qu'ils soient sur leur portable tous seuls, mais parfois ils en

	discutent avec leur voisin, parce que je pense qu'il y en a qui regardent même des trucs sur je sais pas quoi youtube ou autre
I	Alors c'est pas vraiment de l'entraide si c'est comme ça
H.C.	Ah non bien sûr [rire], ça parle quoi. Alors quand vous rajoutez cela plus ceux qui racontent le cours de maths et tout, je suis plutôt obligé de freiner ça que de l'encourager quand on est en cours.
I	Bien sûr. Mais vous voyez en dehors des cours, je ne sais pas est-ce qu'il y a un soutien moral qui se crée ?
H.C.	Ça arrive mais c'est pas très général, ne serait-ce que parce qu'ils sont eux débordés, ils ont une quantité de travail absolument énorme. Par exemple, je peux vous dire, je sais que depuis des années c'est comme ça, je joue un peu la comédie, donc je donne un devoir écrit et je dis pour lundi, et je sais de manière absolument sûre que le lundi il y a des élèves qui vont me dire monsieur est-ce que je peux vous le rendre mercredi, ou est-ce qu'on ne peut pas reporter le devoir ? Bon, je joue donc la comédie parce que, année après année, je sais que c'est comme ça. Donc la comédie que je joue c'est de prendre l'air très mécontent et dire écoutez je l'ai donné il y a déjà plus d'une semaine vous avez eu largement le temps, et j'accepte parce que ça sera ça ou alors ils le feront pas. Bon mais je joue la comédie d'avoir l'air extrêmement mécontent pour limiter l'habitude qu'ils peuvent prendre de tout le temps le reporter, mais tous les ans c'est comme ça, ils sont débordés de boulot. Et pourtant je ne donne pas des devoirs longs, je donne des petits exercices comme celui que je vous ai montré, je ne donne jamais plus long que ça, sauf pendant les vacances de Noël où je donne pas mal de trucs puisqu'ils ont plus de temps, mais sinon je ne donne pas plus longs parce qu'ils sont débordés de boulot.
I	Justement c'est le thème qui vient après, c'est ce que j'ai regardé, le fait d'être débordés, de reporter le travail... alors il y a des choses qui sont normales qui ne sont pas très choquantes, mais ce que j'avais comme question par exemple c'est le fait de considérer qu'il y a trop d'interrogations et donc de ne pas avoir le temps de se préparer.
H.C.	Il y en a trop?
I	Non il n'y pas trop, mais ils sont plus nombreux que par exemple les S à dire qu'il y en a trop, surtout la première promo [11-12] qui par contre a moins de problèmes ailleurs et moins de difficultés ailleurs. Donc je ne sais pas, est-ce que c'est en rapport avec l'organisation des contrôles ? Est-ce que c'est en rapport avec la spécificité de la voie techno, d'avoir intégré ça après le lycée et donc ils ont l'impression qu'il y a trop d'interrogations ?
H.C.	Il doit y avoir un peu de tout parce que dans les lycées français comme dans la plupart des lycées du monde je suppose mais en particulier en France, enfin exception de la Corée peut-être, on a de moins en moins l'habitude de travailler avant le bac, vous savez ? Et en particulier les technos, les élèves que moi j'ai n'ont absolument pas eu à travailler les deux années qu'ont précédé le bac. Vous le saviez ?
I	Non pas vraiment. Je suppose qu'ils travaillaient moins que les S
H.C.	Non ils ne travaillent pas du tout, déjà les voies S travaillent très peu. Il se

	trouve que j'ai donné là des cours de temps en temps à une jeune fille qui veut bien avoir le bac et qui est maintenant en maths sup bio, et comme elle avait quelques difficultés à la fin de l'année, moi je l'ai connue, je l'ai aidée un petit peu, bon c'est une fille qui est tout à fait normalement intelligente, et qui a eu une mention bien au bac S donc on ne peut pas dire qu'elle s'est laissée aller du tout, mais elle n'a absolument pas pris des habitudes de travail en Terminale. Et encore cette année quand je regarde le cours avec elle, je me rends compte qu'elle ne le connaissait pas quoi. Les élèves ils ont perdu l'habitude de travailler
I	Et donc les technos plus que les autres ?
H.C.	Alors les technos je vais vous dire, moi si un élève de techno me dit en terminale j'ai eu mon bac en bossant très dur, moi in petto je me dis bon vieux t'es fichu parce que c'est pas normal d'avoir à bosser
I	D'accord, donc ils arrivent en prépa et ils se retrouvent avec beaucoup de choses et beaucoup de travail demandé, et donc pour eux c'est pour cela qu'ils se sentent débordés, plus qu'autre chose, donc c'est le décalage
H.C.	Entre autre, il y a ça. Il y a le fait qu'objectivement on leur demande beaucoup, on est passé d'un extrême à l'autre quoi, on leur en demande beaucoup. Ce qu'il faut voir c'est qu'il a des matières comme le droit où c'est beaucoup de choses à apprendre pas cœur, ils ont des trucs de veille juridique, il faut qu'ils étudient des cas en détail, on peut leur demander ça pour après-demain, puis hop vous avez une colle après-demain
I	Mais en maths il n'y a pas beaucoup d'interrogations ?
H.C.	Non
I	Alors moi je n'ai pas précisé quel genre, j'ai mis interrogations, alors après ils peuvent très bien penser aux colles, au DS
H.C.	Cette année j'ai totalement inauguré un nouveau truc. Le papier que je vous ai montré cette année. J'ai pensé que je me fourvoyais ces dernières années, ou alors que le public avait changé. Ça fait 25 ans que je suis ici, le public a évolué, quand je suis arrivé il y a 25 ans je me disais ouf c'est si long que ça une prépa, mais les élèves que j'avais à l'époque maintenant je rêverai d'avoir des élèves comme ça, ils sont moins travailleurs c'est possible, moins bons... Et en fait j'ai continué pendant très longtemps à garder le même type d'interros, c'est-à-dire faire des grands devoirs de deux heures bien lourds. Et ça ne sert à rien ils ne les font pas. Les concours blancs, vous savez je pense, j'en fais trois en première année, enfin nous en faisons pas moi, et deux en deuxième année. C'est beaucoup trop, ça ne sert à rien.
I	Mais les contrôles continus réguliers du samedi ou autre il n'y en pas beaucoup en maths
H.C.	Ben cette année mes collègues ne m'en ont pas laissé beaucoup mais il y a des années où j'en faisais quatre ou cinq.
I	Quatre ou cinq sur l'année?
H.C.	Il y a quelques années, mais depuis les collègues jouent des coudes pour en avoir le plus possible et hop c'est le prof de math qui prend
I	Donc là vous en faites quatre sur l'année plus trois concours blancs ? on va dire pour les grandes épreuves

	H.C.	Oui, normalement ça devrait être ça, mais cette année je crois que je n'en ai eu que un ou deux des samedis, parce que c'est mal tombé
	I	Mais vous faites quand même des petites interros ?
	H.C.	Oui des trucs comme ça. Je crois que c'est mieux de faire comme ça, de faire des petits devoirs, ça normalement c'est une demi-heure
	I	Donc deux fois ça ferait un devoir, deux fois ou trois fois
	H.C.	Même pas, c'est pas du tout pareil. Là il n'y a pas de rédaction, je m'assure seulement qu'ils ont appris quelques formules de cours qu'ils savent utiliser. Alors que quand c'est des concours blancs ils sont, je vous ai déjà montré je pense, là j'attends des vraies rédactions nickel et tout mais bon. Là j'essaye, ça fait un petit peu de pression pour qu'ils apprennent leur cours, il y en a qui ne le font pas. Sur la sujet que j'ai donné, il y a une fille qui m'a rendu copie blanche [il s'agit d'une fiche avec une dizaine d'intégrales assez simples à calculer] et c'est une fille qui n'est même pas nulle en maths normalement, ça veut dire qu'elle n'a pas cherché à travailler.
	I	Et est-ce qu'ils vous posent suffisamment de questions en classe ? parce que quand je regarde par exemple le taux de si je ne comprends pas je pose une question au prof, on a une chute partout par rapport à la terminale, on a une baisse significative de ceux qui disent souvent out toujours le faire
	H.C.	Oui ! Alors il y a beaucoup d'élèves qui me posent une question en cours, beaucoup. Moi je discute beaucoup avec les élèves en classe
	I	Est-ce que c'est les mêmes ?
	H.C.	Alors non, enfin les mêmes que quoi?
	I	Les mêmes élèves qui posent toujours des questions?
	H.C.	Oui
	I	Pour comprendre quand même pourquoi il y a 50% qui disent ne pas poser des questions
	H.C.	Mais en même temps, c'est évolutif. J'avais là tout à l'heure une bande de petites noires gentilles [rire] qui sont maintenant complètement dans le fond de la classe. Alors je pense notamment à l'une d'entre elles, Sira, elle est nullissime en maths. Elle est arrivée nullissime et elle l'est au moins autant. Mais elle ne le savait pas ou elle ne se rendait pas compte. Ils ne savent pas en terminale que c'est à ce point là. Donc elle faisait partie de cette bande de jeunes filles qui premier cours de l'année font une brochette de fille qui sont au premier rang qui s'accrochent, qui posent des questions sans arrêt. Et qui sont larguées et qui ont du mal à comprendre des choses très simples que je peux faire. Il faut s'entendre hein, c'est développer $(a+b)^2$, des choses comme ça simples elles ne savent pas faire. Je ne suis pas entrain de dire mais oui lui il plane, vous voyez c'est... et qu'est-ce qui s'est passé ? eh bien ça a duré comme ça 2-3-4 semaines, puis au bout de ce temps là elles sont passées au deuxième rang, elles ont reculé, et puis là depuis un moment elles se sont planquées au fond de la classe. Donc là elle pose plus une question celle-là
	I	Mais pourquoi à votre avis ? Elles ne s'intéressent plus, elles ont lâché?
	H.C.	Elles ont lâché, il leur faudrait des, je ne sais même pas ce qu'il leur faudrait. Parce que vous savez qu'on fait du soutien
	I	Oui, d'ailleurs j'ai une question par rapport à ça pour les détails. On peut en

	parler tout de suite, on reviendra en arrière. Parce que j'ai beaucoup, j'ai des questions dont on a discutées avant, pas beaucoup, mais pour avoir les choses au clair, tout ce qui concerne les colles et les cours de soutien, donc ça j'avais noté, on peut en parler. Alors ma première question c'était justement quelles sont les instructions officielles des colles pour les technos? Parce que j'essaye de trouver en ligne ce que c'est qu'une colle pour les technos
H.C.	Il y en pas
I	Il y a des bulletins officiels ?
H.C.	La colle c'est la même chose pour les technos que pour tous les autres élèves. C'est-à-dire que c'est prévu à raison de 20 minutes par élève, si vous regardez dans les textes ce qui est prévu c'est l'horaire, c'est 20 minutes par quinzaine
I	Et ils sont censés passer par 3 élèves au tableau ?
H.C.	Dans la pratique c'est 3 élèves, et dans la plupart des cas, moi j'ai été autrefois, j'ai donné des colles dans des maths sup et dans des maths spé, la pratique des colles en France, je ne sais pas comment on fait au Liban, mais en France le colleur est ici là [bureau] il a 3 élèves là-bas [tableau] et puis hop
I	Mais même en techno ? C'est ça ma question, c'est comme ça dans les autres technos ? Il n'y a pas d'instructions officielles pour ça, il n'y a aucun texte qui dit vous devez faire ça pendant une colle ou vous devez faire comme vous faites ?
H.C.	Non il y a absolument rien dans les textes officiels qui soit prévu
I	D'accord, parce que je n'ai rien trouvé, je me disais on sait très bien qu'une colle en S se passe comme ça, même en ECS
H.C.	Moi quand j'en parle avec mes collègues, parce que j'en connais des collègues, j'en connais personnellement par l'intermédiaire de l'APHEC, ils me disent qu'ils n'ont pas la pratique de la colle hyper-rigide d'autrefois. Avec certains colleurs la colle de maths sup ou spé, ça pouvait être le colleur est ici là [bureau] il a 3 élèves là-bas [tableau] le colleur pendant une heure il regarde vaguement puis à la fin il y a une note crachée. Le colleur un peu plus moderne intervient, vous pourrez peut-être penser à dériver cette fonction,
I	Oui j'ai eu cette impression en ECS, mais en techno
H.C.	Qui fait quoi ?
I	Qui intervient, c'est ce que les élèves disent, ils parlent de cours particulier de ré-explications
H.C.	Alors mes collègues me disent qu'en général ils interviennent beaucoup auprès des élèves, mais d'abord je suis pas sûr que tous mes collègues font ça, parce que maintenant on est une cinquantaine de technos en France, et dans les réunions auxquelles je participe on voit 10 collègues maximum quoi, donc ceux que je connais physiquement c'est une dizaine.
I	Et vous faites tous des colles en petits groupes comme vous ?
H.C.	Ben c'est le programme ça
I	Les colles en petits groupes ?
H.C.	Ah non non, pas du tout, c'est moi
I	Donc vous êtes le seul à faire ça. Justement c'est ce que je veux comprendre. Donc les colles en techno a priori c'est les colles comme chez tout le monde.

	Une colle c'est une colle.
H.C.	Oui ils prennent trois élèves
I	Mais donc vous avez revisité la colle on va dire
H.C.	Oui, j'ai pris cette initiative, ça fais longtemps que j'ai pris cette initiative, il y a 14 ans, puis j'ai fait évoluer quand même un petit peu. Je pense que c'est dans l'année 99-2000, cette année là j'avais une bonne promo, enfin qui avait envie de bosser et tout. Je leur ai dit vous pouvez passer plus de temps dans mes colles si vous avez envie venez et tout, puis ça a bien marché donc j'ai continué le système. Et alors
I	Donc ce n'est pas une spécificité des technos, c'est la votre
H.C.	C'est absolument moi. Mais j'en ai déjà parlé avec mon inspecteur général. L'agrég de maths est ici, elle se déroule en ce moment dans les locaux, et il se trouve que je connais le président du jury parce que c'est aussi le type qui présidait la commission de réforme de prépa HEC qui a eu lieu il y a quelques temps, et je faisais partie de cette commission pour les technos donc je le connais, et j'ai eu l'occasion d'en parler avec lui. C'est pas un truc que je fais en catimini. Ce type de pratiques je crois que c'est plutôt encouragé.
I	Oui avec ce qui se fait qui reste au format classique
H.C.	Oui voilà il n'y a pas d'instructions. Moi j'ai bien aimé faire ça. Alors de temps en temps ça arrive il faut bien reconnaître les choses, ça arrive que ça fasse un peu le bordel parce qu'il y en a 10 ou 12 qui arrivent
I	Oui mais justement comment est-ce que vous choisissez les élèves ? Parce que vous m'aviez dit que
H.C.	Ah je ne choisis pas
I	Non mais ceux qui doivent venir en colle, parce qu'après il y a des gens qui peuvent venir
H.C.	Ah ben ça il y a le colloscope qui est fait en début d'année
I	D'accord donc vous choisissez 4 élèves par colleur par séance c'est ça ?
H.C.	C'est des groupes de 3 en principe, mais parfois ça déborde
I	Selon un colloscope
H.C.	Selon un colloscope qui n'est pas fait par moi
I	Et c'est des élèves qui sont choisis comment? Ou c'est arbitrairement qu'on les met dans des groupes ? Quand on fait le colloscope
H.C.	Ah je ne sais pas comment il fait mon collègue
I	Alors ça doit être arbitraire? C'est le prof principal qui le fait?
H.C.	C'est pas totalement arbitraire, parce que d'abord il faut harmoniser parce qu'il y a des colles hebdomadaires, il y a des colles par quinzaine, des colles par mois donc il faut,
I	Et il y a les langues
H.C.	Oui vous avez tout à fait raison
I	Oui mais je veux dire que dans les groupes de langue on ne connaît pas les élèves quand on fait le colloscope, donc on les met par ordre alphabétique ou autre en respectant les contraintes
H.C.	En fait ce qui se passe c'est que avant mon collègue actuel, j'avais un autre collègue qui s'y connaissait bien en informatique qui faisait le colloscope, et

	quand lui il est parti moi j'avais un exemplaire que j'ai refile à mon collègue. Et donc à mon avis il se sert de ce truc d'origine auquel il fait des modifications et le colloscope tourne sur des numéros, et après on attribue des numéros aux élèves. Je pense qu'il fait comme ça.
I	Donc a priori les élèves ils doivent passer sur certaines semaines, mais vous vous dites n'importe qui peut venir à la colle quand ils veulent
H.C.	Absolument, et rester un après-midi s'ils le souhaitent. Alors justement dans ce type de configuration quand les élèves dès qu'ils dépassent le nombre réel, dans la pratique ils sont souvent très nombreux en début d'après-midi et beaucoup moins nombreux en fin d'après-midi je dirai, et donc quand ils sont nombreux ben je leur dis mettez vous à deux voire trois pour travailler sur ce thème-là quoi
I	Parce qu'il n'y a que deux colleurs dans la salle? On est toujours sur un format
H.C.	Non il n'y a que moi tout seul
I	Ça c'est en deuxième année. Mais pour ceux de première année je veux dire
H.C.	Alors ceux de première année ils sont plus individuels. Les colleurs travaillent chacun dans leur coin
I	Oui, mais c'est le même principe, il y a des élèves qui peuvent venir
H.C.	C'est un peu le même principe, c'est-à-dire que ils [les colleurs] viennent avec une planche d'exercices qu'ils ont tapés, en principe les autres colleurs ne laissent pas spécialement intervenir d'autres, enfin d'autres élèves, ils prennent ceux dont, je n'ai pas osé
I	Ah d'accord, donc moi j'ai confondu les deux années.
H.C.	Oui je n'ai pas osé leur demander ça parce que c'est un surcroît de charge de travail
I	D'accord. Donc il y a 3 élèves par colleur, mais avec deux colleurs dans la même salle,
H.C.	Oui parfois 4
I	Il n'y a pas d'autres personnes qui viennent, en général ça c'est en deuxième année, j'ai dû confondre les deux
H.C.	Alors en échange de ça, ce qui se passe c'est que moi je leur apporte beaucoup de matériel. Ils ont une planche de colle parfois qui fait 3 pages d'exercices qu'il ne peut absolument pas traiter dans la séance, et je leur envoie après un corrigé détaillé par mail de toute la planche, pour ceux qui veulent travailler plus
I	C'est pour ceux qui font la colle avec vous ?
H.C.	Oui donc toute la classe en fait
I	Oui mais de deuxième année je veux dire pas de première année
H.C.	Oui
I	Et en première année, ils ne rendent pas quelque chose à la fin de la colle ?
H.C.	Non
I	Ils font le travail, ils sont notés sur ce qu'ils font pendant la colle
H.C.	Oui. Mais ce qui arrive de temps en temps c'est qu'il y en qui viennent m'en reparler, le colleur il m'a pas... donc il m'est arrivé de leur taper le corrigé et

		de leur envoyer le corrigé par mail après sur des exos qui n'avaient pas été donnés par moi mais par le colleur.
I		D'accord. J'ai pris un truc qu'un étudiant avait dit, je ne sais pas c'est qui, mais j'avais noté et ça me surprenait donc je voulais vous demander. Il dit « le thème des colles n'est jamais annoncé à l'avance sauf pour ceux qui vont au soutien le mardi soir, soutien qui est tenu par l'un des colleurs et où le thème est dit ». On parle de première année, d'accord ? Donc est-ce que c'est vrai, est-ce que c'est comme ça que ça se passe ? Ou ils savent ce qu'est le thème des colles ?
H.C.		Non. Ben c'est très simple, c'est le chapitre qui est en cours, toujours.
I		D'accord je me doutais que c'était bizarre
H.C.		Ben oui c'est bizarre.
I		Donc le thème c'est le chapitre en cours, qui est sur les deux semaines
H.C.		Oui, je ne crois pas qu'il y ait jamais eu de contre exemple à ça quoi. On fait des colles sur ce qu'on est en train de faire en classe.
I		Et donc ces séances de soutien du mardi soir, ça consiste en quoi ?
H.C.		C'est lundi soir. Enfin peut-être que c'est possible que ça a été mardi avant. Cette année c'était lundi soir. C'est possible. D'ailleurs il me semble que vous avez raison c'était mardi avant.
I		Moi je reprends juste ce qu'ils m'ont dit. Mais donc c'est quoi, c'est qui, qu'est-ce qu'on fait, comment on travaille, qui vient ?
H.C.		Alors le lundi soir, cette année, on avait cours dans la salle d'à côté que vous connaissez, et le soutien c'était dans la foulée dans la salle d'en-face. Le soutien était assuré par un de mes deux colleurs de première année, le monsieur que vous avez dû voir, il colle pour moi depuis 2006 donc il a l'habitude. Donc il faisait deux heures de soutien en première année.
I		Mais que veut dire deux heures de soutien ? qu'est-ce qu'il fait ? qui vient ?
H.C.		Alors, ce qu'il fait, souvent il reprend des exercices qui ont été faits ailleurs dans une planche d'exercices mais qu'ils n'ont pas bien compris quoi. Donc il les reprend disons au ralenti.
I		Donc il fait lui-même les exercices devant les élèves qui viennent assister à la colle ? C'est pas qu'il les laisse travailler mais il recorrige ou refait des exercices ?
H.C.		Non c'est en forme de dialogue quoi
I		Oui oui mais je veux dire le but c'est pas de leur redonner une fiche ou une sélection à travailler
H.C.		Non, alors il peut arriver qu'il vienne avec ses propres exos bon, mais souvent il reprend des choses que j'ai déjà faites et que les élèves n'ont pas bien comprises, mais il va plus lentement
I		Et c'est vous qui lui dites
H.C.		C'est moi qui lui indique les lignes générales, mais comme je le vois immédiatement après je lui dis écoute si tu peux leur parler de ça, comme je le vois directement bon je peux amorcer les choses quoi
I		Et qui vient au soutien ?
H.C.		Alors voilà ça, j'ai insisté sur un truc lorsque, c'est moi d'abord qui ai

	négocié le soutien auprès du proviseur
I	Donc ce n'est pas commun dans les classes de prépa
H.C.	Ça n'existe pas
I	Oui voilà je m'en doute
H.C.	Ça n'existe pas. Ça existe, comment ça existe d'ailleurs dans le lycée, c'est prélevé sur le budget des colles. Et qu'est-ce qui se passe en fait ? Il se passe que nous avons 3 semaines pour les concours blancs, c'est-à-dire trois semaines pendant lesquelles les colleurs ne sont pas payés puisqu'il n'y a pas de colles. Donc ça dégage des sous et c'est avec ces sous-là qu'on peut payer le soutien. Donc c'est payé là-dessus, mais ça n'existe pas. Il s'est passé qu'à un moment il y a eu des bisbilles avec un prof de maths en voie éco et bon les autres profs ont demandé et obtenu l'organisation d'un soutien pour les élèves de voie éco en deuxième année. Alors moi j'en ai parlé au proviseur ça serait peut-être pas mal que, donc il m'a dit pas de problème. Donc j'insiste et j'ai insisté sur le fait que je voulais pas désigner des élèves qui iraient au soutien, parce que celui qui va au soutien coup-de-pied dans les fesses je n'y crois pas. Donc j'ai demandé à ce que ça soit des volontaires. Donc en début d'année je lance un appel, voilà ceux qui voudraient faire deux heures de soutien le lundi de telle heure à telle heure, horaire non négociable, ils sont priés de m'envoyer un mail pour me dire qu'ils sont volontaires.
I	D'accord, donc ils s'inscrivent en début d'année et c'est pour l'année d'habitude ?
H.C.	Oui mais bon je vais vous dire
I	idéalement
H.C.	Oui tout à fait. Alors tout d'abord bizarrement on s'aperçoit que souvent sont volontaires pour participer au soutien les meilleurs élèves. Le meilleur marocain il était tout prêt à faire du soutien toute l'année. Ben ceux-là je m'autorise à les refuser.
I	Vous leur dites que vous n'en avez pas besoin et qu'il faut laisser la place aux autres ?
H.C.	Oui. Il a fini par insister tellement vers la fin de l'année pour aller participer au soutien, il était pénible celui-là, le meilleur marocain, je l'ai viré 2-3 fois de ma classe parce qu'il se croyait autorisé à toujours répondre instantanément quand je posais la moindre question, donc il n'y avait plus d'échanges avec le restant de la classe. Alors je lui ai demandé de se taire plusieurs fois, d'attendre, de lever la main éventuellement ou de ne pas lever la main mais d'attendre, et il arrivait pas à s'y faire. Ils sont 2-3 marocains très bons, les deux autres ça allait, mais lui. Et tac une question, la dérivée de $\ln(1+t)$ alors lui il disait tout de suite $1/(1+t)$ parce que ça il le sait bien, mais elle qui est là qui n'apprend peut-être pas son cours elle ne le sait pas. Bon, et donc j'ai fini par accepter qu'il aille au soutien sous la condition formelle formelle qu'il avait une présence complètement muette, de un il ne posait pas de questions, de deux il ne répondait pas aux questions. Il a accepté ça et il a quand même assisté à du soutien. Alors dans la pratique, voilà il y entre 15 et 20 personnes qui s'inscrivent au soutien, une fois que j'ai viré les bons qui n'en ont pas besoin, et dans la pratique ça se délite courant de

		l'année.
I		Donc on commence à 15-20 et ils commencent à moins venir ou à venir avant les contrôles ?
H.C.		Le dernier ils devaient être 6-8 quelque chose comme ça
I		Et donc idéalement c'est ça, parce que j'ai la même chose dans mes cours de soutien que je fais
H.C.		Bien sûr, ils sont fatigués après. En plus alors il y a une petite chose, ils ont la perception de moi comme quelqu'un qui voit tout qui sait tout, bon. Le deuxième cours de l'année je les appelle tous par leur nom, je les connais tous. Régulièrement je demande moi, pour le soutien là, pour faire un petit bout de pression, une fois que j'ai la liste des gens qui sont au soutien, je fais un tableau excel avec la liste, et le colleur est chargé à chaque séance
I		De faire l'appel ?
H.C.		Non de faire signer l'élève
I		D'accord, de faire émarger
H.C.		Donc je leur dis, voilà la présence au soutien, vous avez le droit d'être absents mais à ce moment-là vous, c'est pareil, c'est pas facultatif vous venez vous justifier
I		Normalement quand ils s'inscrivent ils doivent venir ce n'est plus facultatif, normalement
H.C.		Normalement, mais on n'arrive pas à le faire tenir. Et ce qui se passe c'est que comme ils pensent que je vois tout alors qu'en fait c'est le colleur qui met une feuille dans mon casier, moi quand je débarque le cours d'après je vois ma feuille je vois un tel qui était absent et puis je vais le trouver, dites-moi machin, je parle en aparté, comment ça se fait que vous étiez pas au soutien hier ? Bon ça leur met un petit bout de pression pour dire c'est pas juste facultatif quoi. Mais même comme ça, ça ne marche pas en fin d'année.
I		Mais ils peuvent décider à un moment de vous dire bon on n'en a plus besoin et ils peuvent arrêter ?
H.C.		Ils ont le droit.
I		Ou de demander d'intégrer en milieu d'année ?
H.C.		Ils ont parfaitement le droit aussi. Je leur ai dit ça en début d'année, on peut toujours négocier si à un moment bon, mais vous venez m'en parler vous ne prenez pas l'initiative temps que
I		Bon très bien par rapport au cours de soutien. Bon pour les colles je repose des questions, peut-être que je connais déjà la réponse, mais pour être sûre. Est-ce que les élèves sont censés faire quelque chose en préparation pour les colles ou pas du tout ?
H.C.		En maths non
I		À part connaître leur cours bien sûr
H.C.		J'exagère un peu parce qu'il m'arrive de distribuer la planche par anticipation deux jours avant
I		Ah oui ils l'ont des fois à l'avance ?
H.C.		Oui mais de toute façon ils ont tellement
I		Mais pour la première année pas la deuxième ?

	H.C.	Ah non première année jamais
	I	Ils n'ont rien, ils doivent connaître leur cours pour pouvoir résoudre les exercices
	H.C.	Voilà. Maintenant s'ils veulent l'avoir très souvent ils peuvent l'avoir. Parce que comme il y a semaine A et B et que c'est la même, ils pourraient demander, et il y en a mon avis qui doivent le faire.
	I	D'accord. Mais ils ne sont pas censés préparer quoi que ce soit.
	H.C.	Non en maths. Donc en deuxième année ça m'arrive mais après ils font à leur disposition quoi, il faut le temps, si j'ai donné un truc un peu trop copieux je distribue avant pour qu'ils aient le temps, mais c'est pas la règle.
	I	D'accord. J'avais mis une question comme ça : quel bilan est-ce que vous dressez de la modalité d'organisation des colles ? Vous l'avez voulu, qu'est-ce que vous en dites maintenant ?
	H.C.	Alors le bilan c'est que ceux qui s'investissent pas du tout en maths ils s'investissent pas plus avec ça. Mais il y a une partie des élèves que je dirai minoritaire qui elle en tire profit parce qu'ils peuvent travailler beaucoup s'ils veulent.
	I	Est-ce que c'est les bons ?
	H.C.	Oui oui plutôt les bons, même dans les mauvais il y en a quelques uns qui s'y mettent un peu. Mais ceux qui en tirent vraiment profit c'est surtout les bons. Mais en même temps il y a un côté dans lequel, je vais faire un aveu terrible mais, en deuxième année je suis un peu résigné vis-à-vis des mauvais parce que quand on arrive en début de deuxième année, qu'on est nul fini en maths, on a très peu de chance de rattraper un niveau, très très peu. Et en même temps ce qui me, comment, dégage un petit peu de responsabilité c'est que ça les empêchera pas d'intégrer une école. Ils n'intégreront pas une bonne école mais ils intégreront une école. Mais il y a un moment où je n'en peux plus en deuxième année, faut que je fasse mon programme et voilà quoi. En première année je maintiens, je suis tout gentil, mais en deuxième année je trace, il faut que je le fasse le programme, je suis toujours en retard en première année vous le savez, toujours.
	I	Oui vous me l'aviez déjà dit. Et est-ce que vous avez des consignes particulières aux colleurs ?
	H.C.	Ah ben je, je ne sais pas si on peut appeler ça des consignes particulières, c'est d'être disponible bon. Je dirai que je fais plus que ça, c'est-à-dire que je demande systématiquement à ce que la salle qui m'est attribuée soit juxtaposée à celle de mes colleurs, ce qui fait que j'y vais.
	I	Parce que vous faites les colles de deuxième année en même temps comme ça vous basculez entre les deux ?
	H.C.	Voilà. Et de temps en temps je laisse mes élèves un petit moment pour aller voir ce qui se passe en première année. Et toujours pareil, faire la pression toujours douce et gentille sur le côté vous étiez absents mercredi en colle enfin des choses comme ça. De temps en temps je m'arrête aussi auprès d'un première année qui n'arrive pas à faire un truc. Donc je regarde de près, mais je pense que pour moi ça a la fonction auprès des élèves qu'ils ont le regard du prof, que c'est pas juste un truc, c'est pas tellement ce que j'apporte de

	concret mais c'est le fait que le prof voit ce qu'ils sont entrain de faire.
I	Et en termes de compte-rendu quand vous discutez avec vos colleurs, ils vous donnent les absences, ils vous donnent la note, est-ce qu'il y a autre chose qu'ils vous disent ?
H.C.	En général oui, on parle un petit peu de ce qu'ils ont fait, et ce qu'ils me disent c'est que globalement il y en a une grande partie qui n'ont pas absolument pas appris le cours et ne savent pas faire les choses élémentaires. Ils avaient l'impression que quand ils travaillaient sur le trinôme du second degré c'est relativement facile d'apprendre que $\Delta = b^2 - 4ac$ que ça vous donne deux racines, bref il y en a qui n'arrivent pas à l'apprendre quoi. C'est spectaculaire de voir à quel point les élèves n'apprennent pas le cours et que même là ils sont prévenus qu'il va y avoir un petit devoir et tout, il y en a une qui me rend copie blanche alors qu'il y en a une autre qui dit merci monsieur pour la première question ça me fera au moins un point. Il s'agit d'intégrer x^3 , et ça on l'a fait en classe, donc à la limite, il y en a une qui n'a pas ce point-là, qu'est-ce qu'elle faisait pendant que j'étais entrain de la faire au tableau en classe quoi ? J'ai distribué une planche de travail, je pense qu'il y en avait 60 comme ça de ces intégrales, j'ai distribué la planche de travail, on l'a corrigée en classe, j'ai envoyé le corrigé par mail, et elle ne sait pas intégrer x^3 , c'est fort quand même !
I	Et si on regarde la proportion, la place qui est consacrée au cours dans les colles. Donc ils doivent connaître leur cours, mais est-ce que vous mettez des questions de cours, des démonstrations, des théorèmes, des restitutions d'hypothèses ?
H.C.	non
I	C'est juste des exercices dans les colles ?
H.C.	Oui, moi je fais pas de, je ne donne pas de questions de cours. Mais en même temps vous savez, comme ce que je donne il y a des parties qui sont des exos de pure application et puis d'autres qui sont un peu plus développés, il y a des parties de cours qui peuvent se retrouver à l'intérieur. Si on fait le calcul des variances, il faut que vous connaissiez à moment ou un autre la formule de König-Huygens par exemple pour calculer cette variance quoi, donc le faire réciter bêtement
I	Ils ont des formulaires ?
H.C.	Non
I	Mais au concours est-ce qu'ils ont droit à des formulaires ou calculatrices ?
H.C.	Non
I	C'est comme les S alors
H.C.	Ah oui c'est pareil
I	Bon je vais revenir en arrière en repassant sur les thèmes. Donc il y a un thème qui porte sur la prise de notes, donc en particulier à partir de votre poly, on en a déjà parlé mais comme ça je fais un descriptif net et clair des polys que vous donnez en termes du cours, en termes des exercices, et le rapport entre les textes de ce que vous distribuez et ce que vous complétez au tableau. Donc juste pour résumer, toujours en première année, parce que je pense que vous faites peut-être des choses un peu différentes en deuxième

	année.
H.C.	Je ne sais pas si j'ai eu l'occasion de vous le dire mais il se trouve qu'en première année j'ai complètement refondé mon cours cette année, il est totalement différent.
I	Ah bon ? Alors vous allez peut-être me parler de l'ancien et puis un peu de ce que vous avez changé comme ça j'ai les bases parce que les deux promotions que j'ai vues c'était avant. Mais donc vous donnez un poly, je m'en souviens bien, mais qu'est-ce qu'il y a dedans ?
H.C.	Oui mais avant c'était pas systématique, surtout en première année. Il m'arrivait de faire des cours magistraux sur un chapitre entier.
I	Sans poly ? Ils devaient prendre note tout le temps ?
H.C.	Sans poly absolument. Alors que ça n'a pas dû m'arriver une seule fois cette année en première année.
I	Donc maintenant vous donnez systématiquement un poly ?
H.C.	Oui
I	Un poly à trous ou un poly complet ?
H.C.	Non pas un poly à trous. J'ai fait ça par contre autrefois, de donner un poly à trous,
I	Mais voilà c'est pour ça que j'essaye de revenir sur les deux ans, donc les deux promos que j'ai vues en première année. Donc leur poly c'était de temps en temps, c'était pas systématique, et c'était des polys à trous
H.C.	Oui. Par exemple tout le cours que j'ai fait sur les matrices et le calcul matriciel, tout le cours que j'ai fait sur les probabilités ordinaires c'était complètement ce truc-là. De temps en temps on faisait un break on remplissait ce qu'il y avait dessus. Je vais vous dire même maintenant si je devais continuer à évoluer comme ça, j'ai entendu parler de méthodes qui se pratiquent aux Etats-Unis, je me dis compte tenu des conditions de l'évolution de l'enseignement, compte tenu de l'évolution du public élèves, faire des cours c'est de plus en plus difficile de faire des cours comme c'était autrefois. Et j'aurai peut-être même tendance à la longue à me tourner vers quelque chose qui se fait maintenant paraît-il, c'est vous distribuez un cours par anticipation aux élèves.
I	Avant le cours pour qu'ils le lisent chez eux. Ils vont pas le faire mais on peut toujours espérer d'accord.
H.C.	Vous êtes lucide, on peut rêver quoi. Ce que j'ai fait, je vous parle encore des cours à l'ancienne que je faisais
I	Vous pouvez parler des deux et de ce qui a évolué comme ça mais
H.C.	Alors ce que j'ai fait cette année, concrètement j'ai fait ça aussi en partie parce que je participe à l'écriture d'un bouquin qui va sortir bientôt, et c'est le mode de construction du bouquin donc j'ai voulu tester pour voir, ça marche en tout cas pas plus mal qu'autre chose
I	Donc c'est un bouquin de cours pour les technos ?
H.C.	Oui cours avec exercices
I	Parce que ça n'existait pas avant ?
H.C.	Il n'y en a toujours pas. Je vais voir si j'ai quelque chose [cherche dans son

		sac] parce que j'ai jeté des papiers tout à l'heure, je pensais pas que...
I		C'est pas grave vous pouvez me les envoyer par mail aussi
H.C.		Oui je pourrai faire ça [continue à chercher]. Ce qui se passe c'est que je distribue... alors je n'ai pas le cours.
I		Donc maintenant cette année c'est un cours complet que vous avez donné ?
H.C.		Sauf que lorsque je distribue il n'y a pas les preuves ni les détails des exemples
I		Donc vous les notez quand même au tableau ?
H.C.		Ou exceptionnellement je peux mettre deux lignes de preuve. Et quand je le commente le cours, je mets théorème machin et là je vais faire l'illustration de la preuve.
I		Oui c'était justement ça la question, qu'est-ce que vous écriviez au tableau quand il n'y en avait pas tout. Vous complétiez le cours.
H.C.		Oui absolument ça. Je complète le cours, après il y a des élèves qui me posent des questions donc je réponds. Alors à la suite du cours, il y a systématiquement un planche comme ça que je vais vous laisser puisque je l'ai trouvée, c'est un vrai/faux.
I		Et ça c'est cette année, c'est nouveau?
H.C.		Voilà. Il y a 10 questions ou 12 selon la place qu'il y a sur une page, parce que j'essaie de faire que ça tienne sur un format A4, et voilà chaque fois c'est vrai ou faux. Naturellement lorsqu'on le commente en classe ben il faut donner des justifications quoi.
I		Et ça se fait en classe pendant le cours, c'est pas quelque chose qu'ils font seuls
H.C.		Ça se fait en classe, non je le distribue avant je le fais chercher à la maison. Après on le commente en classe
I		Oralement ou au tableau ?
H.C.		Les deux, parfois quand c'est évident je passe vite sinon je le détaille. Et après, ils ont aussi tout ce que j'écris ils ont toujours un corrigé par mail, toujours. Alors je l'envoie par mail pour éviter les photocopies surtout qu'on est un peu limité maintenant. Bon ensuite de quoi, il y a toujours une planche de travail après. Alors celle que j'ai faite sur l'intégration c'est pas toujours le même type.
I		Donc c'est des choses qu'ils font à la maison et que vous corrigez ensuite ?
H.C.		Officiellement, mais
I		Pour vous c'est des choses que vous donnez, qu'ils doivent préparer et puis vous les corrigez au fils des cours
H.C.		Oui. Alors là je crois que je n'ai pas absolument tout corrigé [planche intégrales] parce qu'il en a vraiment beaucoup vous voyez, je me suis même trompé dans quelques exemples dans la mesure où je crois qu'il y en a quelques uns que j'ai mis en double.
I		D'accord. Mais ce n'est pas juste pour des séances de TD, vous les intégrez dans tous les cours les exercices et les corrections ?
H.C.		C'est après le cours
I		Oui. Mais donc vous êtes dans quel ratio de cours et d'exercices, sauf TD.

	Parce que vous faites des séances de TD en demi-groupe ?
H.C.	Non, j'en ai pas moi
I	Ah bon? Donc c'est entièrement des séances où vous répartissez
H.C.	Officiellement je devrai avoir des TD, j'en ai parlé à un moment au proviseur parce que je trouvais que c'était un peu trop chargé les effectifs. Il me dit j'ai pas les moyens de vous payer.
I	Donc vous avez vos heures, et vous les répartissez entre cours et exercices. Et donc vous finissez tout le cours avant de faire des exercices d'habitude ? sur un thème donné
H.C.	En principe c'est ça. Mais comme je ne suis pas non plus un type à avoir une méthode très très stricte il peut m'arriver de déroger un peu. Bon je ne suis pas très, je suis pas du genre à faire absolument toujours comme j'ai fait la fois d'avant, mais en gros c'est comme ça que je fais là [intégrales]. Donc il y en a énormément des intégrales comme ça [faciles, directes] ensuite il y a des IPP [intégration par partie] et puis ça c'est long aussi quand les gens le font bien, et c'est important pour les sujets de concours parce qu'il y en a très souvent dans les concours.
I	Donc vous corrigez autant que possible en classe et pour le reste de toute façon ils ont un corrigé
H.C.	C'est exactement ça.
I	Et vous êtes dans quelle proportion cours/exercices ? 50-50
H.C.	Je pense que j'ai consacré cette année un petit peu moins de temps au cours qu'aux applications et exercices.
I	Et les deux années d'avant?
H.C.	Je pense que j'ai dû consacrer un peu plus de temps au cours parce qu'il y a toutes les parties que j'écrivais
I	Oui parce qu'il n'y avait pas un cours complet
H.C.	Oui il n'était pas fait intégralement. Mais pour des raisons d'efficacité, j'aurai tendance au fils du temps à dire, le temps étant limité les élèves, ayant du mal à faire quoi que ce soit, il faudrait peut être consacrer le moins de temps possible au cours. Et en même temps, comme vous disiez tout à l'heure on ne peut pas consacrer zéro temps parce que si, idéalement si on pouvait leur dire travaillez-le chez vous ça irait, mais ça il y a un sur quatre qui va le faire
I	Justement il y avait des questions sur ce qu'ils font entre deux cours, ce qu'ils font d'une séance à l'autre entre deux cours de maths
H.C.	Ils font rien [rires] voilà.
I	Mais justement parce que les pourcentages le montrent. Donc moi ce que, il y avait la partie qui concerne le cours et la partie qui concerne les exercices
H.C.	En fait le travail qui est fait pour l'essentiel des élèves c'est en classe. On n'arrive pas à les faire bosser ailleurs
I	Ils ne travaillent pas chez eux
H.C.	Ils ne travaillent presque pas chez eux quoi, seuls les plus motivés travaillent un peu chez eux. Et aussi l'autre jour je discutais, j'ai une jeune collègue qui débute dans cette classe prépa, et puis un jour on était en train de surveiller le concours blanc, elle me disait que ce qui se passe comme je n'ai pas encore

		l'habitude je ne me rends pas compte de ce qui va être difficile pour eux et de ce qui ne va pas être difficile. Alors je lui dis c'est extrêmement facile, tu fais deux tas, le tas des trucs difficiles, le tas des trucs pas difficiles, et tu mets tout dans le tas difficile, parce que tout leur paraît difficile. Et vous n'arriverez pas à les faire travailler.
I		On le voit. Sauf qu'on voit que par exemple ils reviennent moins sur les points qu'ils n'ont pas compris par rapport à la terminale, ils n'apprennent pas beaucoup le cours, ils sont à 30% ou 40% qui disent le faire, et ils cherchent encore moins les exercices.
H.C.		Je me demande si ça c'est vrai.
I		Bon voilà, ce sont les réponses, mais ils sont moins à faire les exercices que ceux qui apprennent le cours de toute façon. Vous pensez qu'ils sont plus nombreux à apprendre le cours ?
H.C.		Non
I		Ah d'accord donc c'est encore moins que les 30% qui disent
H.C.		Moi je crois que oui
I		De toute façon il a une grande différence entre les deux promotions. Il y a une nette différence dans tous les items, on a l'impression que la deuxième promotion travaille beaucoup moins
H.C.		Et la promotion de cette année est encore beaucoup plus faible, et je prédis que celle de l'année prochaine sera encore plus faible
I		Ils travaillent de moins en moins
H.C.		Oui, parce que ça sera des STMG l'année prochaine. Ce qui fait que maintenant j'en ai pris mon parti, je fais des exercices par ci par là, maintenant absolument à toute occasion je rappelle la formule que j'utilise qui devrait être connue
I		Parce qu'ils ne retiennent pas, ils n'apprennent pas le cours
H.C.		Non. Donc je dérive logu, j'écris la formule dérivée de $\log u = u'/u$ je l'écris quoi, alors que je l'ai peut-être dite 6 fois avant, voilà je l'écris quand même une septième fois parce qu'ils le sauront toujours pas
I		Mais donc vous faites quand même ces petites interros pour vérifier qu'ils apprennent le cours ou pour les pousser à apprendre le cours de temps en temps ?
H.C.		Alors j'ai le côté légèrement hypocrite dans lequel je me dis il y a quelques uns qui vont peut-être réviser pour ça. C'est l'idée de les faire un peu, de les pousser un peu à travailler quoi, bon. Mais je n'aime pas trop brandir la menace pour le travail. Idéalement dans ma vision de prof on bosse parce qu'on a envie de bosser [rire], c'est pas parce qu'on a peur de prendre des coups. Je vais vous raconter une anecdote tiens, je peux ?
I		Oui bien sûr
H.C.		Frédéric II de Prusse, ça vous dit quelque chose ? C'était un roi de Prusse à l'époque de Voltaire, c'était le modèle du souverain, en fait c'était un vrai dictateur. J'ai lu un jour cette anecdote [rire] où se promenant en carrosse dans son royaume, donc c'était un dictateur il a militarisé tout son pays qui était un tout petit pays à l'époque, il en a fait une grande puissance militaire,

	bon. Et un jour traversant son royaume en carrosse, il voit des paysans qui vont se cacher dans les champs. Alors il envoie ses hommes à aller chercher les paysans cachés et on les lui ramène, et lui il les fait bastonner en leur disant vous devez aimer votre roi et non le craindre [rire]. Vous voyez ? ça me fait un peu penser à ça, l'idée qu'on puisse bosser des maths quand on a une vingtaine d'année par peur de la sanction à venir si jamais, j'ai du mal à adhérer à cette idée là quoi. Ce que j'aime faire quand j'y arrive c'est leur faire travailler un truc parce qu'ils y trouvent de l'intérêt quoi. J'y arrive de temps en temps mais je dois vous dire que c'est minoritaire, c'est pas donné, bon.
I	Oui oui c'est normal, mais les scientifiques n'en font pas beaucoup plus on va dire. Dans certaines choses on remarque des différences, donc il y a déjà ça, il y a surtout la différence entre les deux promotions parce que j'ai vraiment l'impression en regardant les résultats que la deuxième promotion travaille beaucoup moins que la première, après il peut y avoir plusieurs facteurs.
H.C.	Dans ce que vous appelez la deuxième c'est laquelle ?
I	C'est ceux que vous avez eu maintenant en deuxième année, donc ceux qui viennent de partir.
H.C.	Ah oui. Alors oui mais c'est pas vrai non plus pour la totalité.
I	Oui bien sûr, mais quand je regarde les réponses on voit toujours toujours les taux qui sont nettement inférieurs partout, pour le cours pour les exercices...
H.C.	Oui mais de ce que moi je vois, j'en ai vus qui ont travaillé cette année
I	Ils se sont repris en deuxième année peut-être ?
H.C.	Peut-être pour certains, chez les marocains il y en a certains qui sont motivés, surtout chez les marocains
I	Mais il y a toujours les marocains qui sont à part, donc la troisième différence c'est les deux populations marocains/non-marocains. Mais dans l'ensemble de la classe, si je regroupe tout le monde, il y a un grand écart entre les deux promos.
H.C.	Oui, peut-être, oui. Mais de toute façon la règle générale chez les pas-marocains c'est en gros on ne travaille pas.
I	Oui, mais pourquoi ? C'était une question à part mais qui revient partout, à votre avis pourquoi les non-marocains, quels sont leurs problèmes, pourquoi, ou qu'est-ce que les autres ont de ?
H.C.	Je pense qu'on a retiré. Alors les marocains c'est quand même beaucoup des gens du Lycée Marocain, or le Lycée Marocain c'est quelque chose de très sélectif, et les gens que nous avons ici ils auraient été français ils auraient fait une voie scientifique. C'est simplement là-bas au Lycée Marocain il y a une politique, dès qu'ils voient que quelqu'un n'est pas le top niveau hop ils l'évacuent de leur filière prestigieuse [S] parce qu'ils se ventent au Lycée Marocain de n'avoir jamais de collés au bac. Donc ils ne veulent pas laisser passer en voie S quelqu'un dont ils ne seraient pas totalement sûrs, vous comprenez ?
I	Donc il y au Lycée Marocain une voie S quand même ?
H.C.	Oui il y a une voie S, ils sont voués à faire des maths sup. et ils pâtissent

		d'ailleurs beaucoup d'après ce que j'ai appris par les marocains du fait qu'ils viennent du Lycée Marocain, parce le Lycée Marocain ils flinguent tellement les dossiers. Vous savez, aujourd'hui c'est les résultats de la procédure APP, et que très souvent les gens qui viennent du Lycée Marocain sont sous-évalués par les lycées, il faut vraiment connaître le Lycée Marocain. Donc ils n'ont pas des dossiers flamboyants, ils ont des appréciations plus sèches, des notes pas terribles, et donc ils ne sont pas pris dans les maths sup la plupart du temps alors qu'ils sont très bons. Et nous nos élèves du Lycée Marocain, le fait que ce sont des élèves qui ont fait un cursus de STG mais qui le font lamentablement, ils ne sont pas particulièrement des STG
	I	C'est vrai qu'ils préparent déjà des choses à l'avance, qu'ils ont déjà vu des parties du programme de prépa ?
	H.C.	Non. En fait ça c'est pas vrai. Parfois ils disent, ça peut leur arriver de dire le contraire
	I	C'est pas eux c'est dans les mails des étudiants quelqu'un qui a dû me dire « je pense que les marocains ont déjà vu une partie du programme avant de venir donc ils sont déjà bien préparés »
	H.C.	Alors il peut arriver qu'un prof leur ait touché un petit mot de quelque chose mais, est-ce que vous êtes au courant de cette espèce de polémique qu'il y a sur les étudiants marocains en général et les prépas HEC ?
	I	Pas vraiment
	H.C.	Ah non ? Parce qu'il se peut que ça fasse allusion à ça. Moi-même j'ai déjà été suspecté par des collègues à moi qu'on prenne fondamentalement exprès des étudiants de bac marocain, qui auraient un autre bac que le notre et qui du coup seraient hyper avantageés. Or c'est quelque chose qui se fait au Maroc en particulier, il y a un groupe scolaire privé qui s'est ouvert il y a à-peu-près 3 ans je crois ou 4 ans, qui s'appelle la Résidence, et qui prennent des classes entières de gens qui ont des bacs S et qu'ils collent l'étiquette de techno. Evidemment, ceux-là arrivés deux ans après au concours, vu le niveau des élèves, ils cartonnent à HEC et à l'ESSEC, ils multiplient des notes comme 20 et autre. Beaucoup de gens se demandent comment faire pour limiter cette pollution des technos par les scientifiques, ce qu'on appelle les faux-technos exactement. Et en fait en réalité en France on n'a aucun moyen législatif de limiter ça, parce que nous vivons dans l'espèce de mythe légal selon lequel tous les bacs se valent. Vous avez un bac STG vous avez le droit de présenter polytechnique, et vous avez un bac S vous avez le droit de présenter HEC en voie techno. Il est assez rare qu'un élève de STG se présente à polytechnique, mais dans l'autre sens ça se produit quand même très souvent. Donc on nous a soupçonné nous de faire ça, au point que même un inspecteur général nous a déjà mis la pression pour qu'on prenne moins de marocains. Et moi je vais vous dire je me suis engueulé avec l'un de mes collègues il y a un mois, mais violemment engueulé en plus, lorsqu'on avait une réunion pédagogique où il disait que, il suggérait ou il faisait plus que suggérer qu'on mette des quotas de marocains, et moi j'ai dis que je trouvais cela inadmissible de mettre des quotas je dirai de type ethnique. Tous les étudiants que nous prenons ont suivi un cursus français dans un lycée français de l'étranger, ils ont passé un bac

	français, et après ils s'inscrivent sur APP à égalité avec les autres. Donc nous on les favorise pas, il se trouve qu'ils ont souvent des bons dossiers. Et qu'en plus il y a aussi une chose c'est que depuis des années qu'on en a, on a une très bonne réputation à B et donc la différence entre les petits français qui s'inscrivent, vous savez, je ne sais pas si vous savez comment fonctionne APP
I	J'ai une vague idée de comment on recrute
H.C.	Bon ils ont le droit à 36 clics clics les élèves, c'est gratuit, ils peuvent aller jusqu'à 36, dont 6 pas filière, donc 6 par prépa. Alors il y a un phénomène qui se passe à Paris c'est qu'on a entre 500 et 600 dossiers et on en classe à-peu-près 250. Il y a un phénomène qui se produit à Paris, contrairement à certains coins de province d'ailleurs, c'est que l'offre d'éducation est pléthorique à Paris, il y a plusieurs prépas, des IUT, des BTS, donc les élèves demandent 20 formations différentes, évidemment s'ils leur reste de la place ils ont B. Ce qui fait qu'on est obligé de classer 250 élèves pour avoir une classe à 40 et quelque. Parce qu'ils sont pris mais ils viennent pas. Tandis que les marocains c'est l'énorme différence, quand ils sont pris ils viennent beaucoup plus.
I	Mais ils ne viennent qu'ici ? Ou il y en a dans d'autres tecnos ?
H.C.	Non il y en quelques autres, mais il se trouve qu'on est parmi leurs prépas préférées. Parce qu'ils ont commencé par venir chez nous les premiers, ils ont fait HEC ou autre, et hop le téléphone arabe a fonctionné, et les profs de là-bas leur disent parmi les bonnes prépas en France il y a B, il y a 3-4 prépas pour les technos que les profs de là-bas recommandent. Donc ce collègue avec qui je me suis engueulé après je lui, parce que lui il ne sait pas, moi j'ai étudié les chiffres particulièrement et je lui ai montré que dans les chiffres sur les 60 premiers élèves que nous avons classés il n'y a que 5 qui étaient venus, et il se trouve que les 5 c'était des marocains et ils étaient pas classés dans les 5 premiers. Mais c'est 5 ils ont appris qu'ils étaient classés donc ils ont fait clic-clic je confirme. Il y avait 55 autres qui auraient pu venir.
I	En termes de techno, vous êtes classés combien ?
H.C.	Pendant longtemps on a été classé comme la meilleure prépa techno de France, je ne sais pas si on a été considéré parce qu'il n'y a pas de classement. On fait de toute façon forcément partie des toutes meilleures, je ne sais pas si on serait la meilleure ou non.
I	Parce que les lycées S que j'ai pris c'est de petits lycées S, c'est ce que j'ai trouvé en termes de contacts. Je pense qu'il y a des profs qui n'ont pas envie de participer dans ce genre d'études, qui ont envie d'être tranquille. Même si ce n'est pas le prof qui est concerné par la thèse
H.C.	Non mais a priori moi aussi je préfère être tranquille mais en même temps j'estime que c'est nécessaire de transmettre un petit peu des choses, de faire avancer les choses
I	Mais c'est parce que vous êtes dans la réforme, tout comme la prof de K, mais il y a des profs qui n'ont vraiment pas envie de s'impliquer ou d'avoir quelqu'un dans leur classe qui discute avec leurs étudiants
H.C.	C'est probable. Ou qu'ils se sentent éventuellement en danger si ça se

		produit.
I		Oui peut-être ce n'était pas clair que je cherche à étudier le travail personnel des étudiants, donc je vais vraiment pas regarder, il y a des choses que le prof encourage que je veux bien voir mais. Bon je ne sais pas jusqu'à quelle heure vous avez envie de rester pour que je choisisse des questions sans trop vous retenir longtemps
H.C.		Non non allez-y
I		Parce qu'on a parlé en fait de plusieurs choses autour du cours, des étudiants qui cherchent à faire des exercices ou pas, qui cherchent à apprendre le cours. Bon l'organisation du travail et des révisions, alors je ne sais pas puisque vous dites ils ne travaillent pas régulièrement, j'avais posé une question
H.C.		Parce que dans certains cas moi je dirai qu'ils vous répondent je dirai en langue de bois, je travaille ceci je travaille cela. Moi j'ai l'impression vu ce qu'ils font qu'il y a un élève sur deux qui ne fait jamais rien quoi.
I		J'ai par exemple un pourcentage choquant ici pour ceux qui disent qu'ils commencent à travailler deux jours avant le contrôle, deux jour c'est bien parce que les choix étaient dernier moment, la veille, deux jours ou une semaine avant. Et donc dans la promotion que vous avez actuellement [12-13] j'ai quand même 68% qui disent qu'ils s'y mettent deux jours avant. Et pour moi, ça ne collait pas avec les autres résultats que j'avais donc après ça peut très bien être le dit et le fait
H.C.		[rires] Mon sentiment ça serait celui-ci, je ne soupçonne pas
I		Est-ce que vous les aidez à s'organiser temporellement pour les révisions, pour le travail ? Vous donnez des conseils ? Vous mettez en place des dispositifs dans l'organisation de votre travail ?
H.C.		Je vois pas à quoi ça pourrait renvoyer ça
I		Bon. Donc les colles sont faites pour les pousser à étudier le cours pour qu'ils puissent l'appliquer, ça c'est toutes les deux semaines, après
H.C.		Les colles, ça donne un certain volume de travail possible. Et souvent dedans je sers les choses, je dis ça ça fait partie du fondamental, ça c'est si vous voulez aller plus loin, bon. Je me dis ceux qui veulent vraiment travailler ils travaillent vraiment. Fhaimi le type qui a HEC, il a acheté, je ne sais pas si je vous l'avais dit mais j'ai écrit il y a quelques années un bouquin d'annales de, oui je vous l'avez dit. Et depuis, il est sorti, il contient les annales jusqu'à 2007, 2002 à 2007 inclus. Et puis depuis 2007, il y a 2008, 2009, jusqu'à 2013 et maintenant 2014, enfin six années de concours. Donc arrivé un petit peu avant les vacances de pâques, c'est-à-dire pour eux ce qui précède les concours, je leur refile l'intégralité de ces annales. je leur envoie par mail les six derniers. En plus la plupart du temps, ils ont acheté le bouquin avant. Et les six années de concours ça doit représenter je crois que c'est au moins 350 pages d'annales, donc ça fait un petit paquet quoi. Donc celui qui bosse tout il a 300 pages d'annales plus au moins je me rappelle plus c'est combien mais au moins 350. Eh ben Fhaimi pendant les vacances il m'a écrit un mail il m'a dit monsieur j'ai fait tout le bouquin de vos annales, toutes celles que vous nous avez envoyées, est-ce que vous n'auriez pas d'autres ? Si j'ai encore en

	plus [rire]. Alors je lui dis écoutez là je vous ai fait une petite sélection, voilà je vous recommande spécialement celui-ci et celui-ci, bon, et hop je lui envoie ça par mail. Il me dit ah merci monsieur c'est exactement ce que je voulais. IL y a que lui qui s'est tapé au moins 650 pages.
I	Mais est-ce que vous encouragez les étudiants à faire en plus ou est-ce que vous leur donnez tout ce qui est en supplément déjà ?
H.C.	Je les encourage à faire tout ce qu'ils peuvent et également à me poser des questions.
I	Mais ils vont chercher, vous les encouragez à aller chercher sur internet, aller chercher des annales ?
H.C.	Oui. Je vais vous dire par exemple ils ont aussi une autorisation globale [rire] et illimitée à me rendre n'importe quoi sur n'importe quoi n'importe quand.
I	À demander votre correction ?
H.C.	Mais je peux donner cette autorisation tout simplement parce qu'ils n'en abusent absolument pas. C'est très rare qu'ils me demandent.
I	Ils le demandent peut-être plus en deuxième année qu'en première année l'approche des concours ?
H.C.	Ils demandent très peu
I	Même pas
H.C.	De temps en temps il y en a un qui me pose une question, et notamment quand ils repèrent soit une faute que j'ai faite dans un poly soit ce qu'ils croient être une faute dans le poly, ils me demandent et je leur réponds comme ça quoi
I	Donc vous les encouragez en première année mais eux ils ne cherchent pas à en faire plus
H.C.	Ils n'ont pas assez l'habitude de toute façon, ils n'ont pas l'habitude. Même le mode de rapport qu'il y a avec les profs, je trouve que jusqu'au bac on est sur le mode du collègue quoi. Les élèves, je leur dis en début de première année, je leur dis que je ne vais pas m'opposer à leur passage pour des questions de niveau, je leur dis ça. Et que donc ils n'ont pas à travailler dans la crainte. Je leur dis vous pouvez être aussi nuls que vous le voulez, enfin je le dis pas comme ça mais bon, vous pourrez passer, si vous ne passez pas en deuxième année ça ne sera pas à cause des maths voilà. Et l'an dernier, il y avait un élève Benjamin et puis un autre Bernard, mais surtout Benjamin, je me suis bagarré avec mes collègues en conseil de classe parce que tous ils voulaient le virer. Et Benjamin était un élève très très mauvais, il avait un seul atout pour lui c'est qu'il était bilingue, parce que son père il est franco-anglais, il est anglais, donc il est bilingue mais même en anglais il est pas bon parce qu'il ne manipule pas la langue. Alors j'ai été obligé ou amené à dire écoutez je ne défends pas Benjamin par esprit d'éthique si ça n'est pas le plus nul de la classe il s'en approche en maths, donc je ne le défends pas parce qu'il est bon en maths, parce qu'avec mes collègues ils m'ont toujours suspecté de ça, de défendre un élève parce qu'il est bon chez moi. Moi je ne suis pas comme ça. Mes élèves une fois que je les ai sélectionnés j'ai envie qu'ils continuent et qu'ils fassent leur truc. Benjamin je ne vois pas pourquoi on lui aurait fait perdre une année scolaire en le laissant sans rien. Alors je leur dis ce type il

	<p>est fait pour faire du commercial, d'accord il n'est même pas bon en anglais, mais il est bilingue franco-anglais, il va réussir dans le commerce ce type-là. Et en plus c'était un garçon qui ne faisait pas d'ennuis, qui n'était pas dans les perturbateurs de la classe, pourquoi l'empêcher quoi. Alors le proviseur a écouté mes arguments et contre tout le reste de mes collègues qui étaient présents il a décidé le passage en deuxième année. Je pense que mes collègues à ce moment-là m'en ont voulu un petit peu. Mais si vous regardez Benjamin, ben il a des admissibilités cette année. C'est l'évidence, parce que quand vous voyez les autres stats, vous le savez que s'il se présente à un certain nombre de ces écoles il va les avoir, vous voyez ? Et dans les faits il en a, alors il n'a pas ce qu'il y a de plus brillant mais il a même Nancy, l'ESC Dijon, l'INSEEC, enfin bon vous voyez il a tout ça. Donc il va s'en sortir absolument. Bon maintenant je dois dire que pendant tout le début de l'année quand il me regardait il avait de petites lumières dans les yeux il était perdu de reconnaissance, il m'a envoyé un mail</p>
I	Ah parce qu'il a su ?
H.C.	<p>Les délégués de classe ils lui ont dit que s'il était passé c'était grâce à moi. Parce qu'il était un des plus nuls en maths de la classe, donc il ne s'attendait pas. Comme l'autre Bernard, c'est pareil, il s'attendait complètement à ce que je l'allume en classe et qu'il passe pas. C'était un type qui n'arrêtait pas d'être bavard, perturbateur, je me suis engueulé avec lui et je l'ai viré de mon cours plusieurs fois, et en conseil de classe je le défends. Il m'a envoyé un mail de remerciement, il est passé en deuxième année et c'est pareil il est admissible dans plein d'endroits. Voilà, pourquoi je les empêcherai de...</p> <p>Alors vous voyez ça par exemple [montre le tableau des admissibilités] Walid a priori c'est pas un bon, mais c'est un de ceux qui travaillent, ben c'est pas si mal du tout, tout n'est pas bon mais tout n'est pas mauvais. Alors une des plus mauvaises. Alors vous verriez cette classe, je ne sais pas si ça ne vous aurait pas impressionné, vous avez remarqué qu'elles sont un peu « united colors » mes classes</p>
I	Oui c'est toujours comme ça chez vous
H.C.	Ah mais cette année c'est pire si je puisse dire. Moi ça me choque pas mais c'est pire que tout. Celle qui faisait française dans la classe, une petite blonde aux yeux bleus, elle n'est même pas française, elle est moldave. Les français de souche dans cette classe ils étaient antillais. Et c'est absolument incroyable.
I	Mais comment vous expliquez cela, pourquoi?
H.C.	Parce que c'est un phénomène de banlieue je ne sais pas, je pense que les classes de STMG ça doit être comme ça de plus en plus maintenant. Enfin moi je ne connais pas les lycées de banlieue mais je pense que c'est comme ça, c'est terrible on croit que c'est du ghetto quoi.
I	Et vous pensez que ça a une influence sur les résultats ? Sur le fait que les marocains, comparés aux autres, qu'on voit tellement cet écart ?
H.C.	Influence je ne sais pas à quel point, je ne dirai pas influence. Constaté que des phénomènes sont corrélés n'est pas dire que l'un, bon. Mais je suis obligé de constater des choses. Par exemple je dois vous dire, moi je suis absolument

	navré de ce phénomène, mais dans cette classe j'ai un petit groupe d'africaine, je veux dire de gens d'origine africaine, je crois j'ai jamais eu de bons élèves d'origine africaine. Je ne sais pas ce qui se passe dans les familles, je ne suis pas en train de faire dans l'ethnique soyons clairs, j'ai eu un élève antillais qui a fait HEC, donc c'est pas parce qu'ils sont noirs. Mais je dis dans les africains, je constate que j'ai, et surtout les filles peut-être même, je n'ai pas de bons élèves, il y en a que je trouve intelligentes et tout mais
I	Et c'est en rapport avec la façon de travailler de ces étudiants ?
H.C.	Non non je pense que c'est, enfin je pense qu'il y a des côtés socioculturels quoi. Elles sont peut-être pas, contrairement aux marocaines qui sont élevées dans l'idée qu'il faut bosser à l'école, et qui en plus ont probablement un peu la perception qu'en plus étant femmes elles vont devoir en mettre un petit plus, un petit coup pour s'arracher. Je ne sais pas si vous vous rappelez de la classe en deuxième année l'année dernière il y avait Maha
I	Oui oui si si
H.C.	Vous vous rappelez de Maha? C'était la meilleure marocaine, elle a fait l'ESSEC, une élève magnifique, je veux dire le genre d'élève on est content d'en avoir des comme ça parce que, en plus d'être bonne élève, intelligente, sérieuse, ne manquant pas, elle était en plus agréable souriante et sympathique. Bon, ayant l'occasion de discuter avec Maha, bon comment dire, j'ai découvert qu'en plus Maha était ultra féministe, ça ne se voyait pas du tout en classe. Mais quand elle parlait en dehors du cours de ses convictions elle était extrêmement féministe. Et je pense que pour elle, réussir dans les études c'est un truc qu'il faut faire même pour des raisons d'émancipation quoi. Donc elles sont très motivées, j'ai pas l'impression que les petites élèves africaines soient dans la même optique. Je ne sais pas pourquoi, mais j'ai pas ce sentiment.
I	Et c'est particulier aux maths ? Ou vous voyez ça dans les autres disciplines ?
H.C.	Elles sont mauvaises globalement, elles sont mauvaises aux résultats du concours blanc
I	Et les marocains sont bons partout ?
H.C.	Non.
I	Ou pas nécessairement ? C'est les maths ? Ils ont particulièrement
H.C.	Non ils ne sont pas bons qu'en maths, ils sont globalement meilleurs
I	Mais ils sont particulièrement bons en maths?
H.C.	Alors les maths c'est très valorisé au Maroc, souvent des élèves ont dit les parents si tu es bon en maths ils t'embêtent pas. Les maths c'est très valorisé paraît-il au Maroc, et l'éducation générale est très valorisée dans les milieux...
I	C'est comme au Liban c'est normal. J'avais posé une question, c'est un peu en rapport avec ça, une des questions c'est ce qui est le plus important pour réussir en maths lorsque je travaille les exercices. Qu'est-ce que vous répondriez avant que je ne vous dise ce qu'ils avaient dit. Qu'est-ce que les élèves peuvent percevoir comme le plus important pour réussir en maths à travers les exercices ?

H.C.	Et alors?
I	Moi j'avais proposé trois choix ce n'était pas une question ouverte
H.C.	[silence]
I	J'avais proposé savoir refaire les exercices donnés par le professeur, s'entraîner à résoudre des exercices en plus de ceux donnés par le professeur, et repérer des exercices types et connaître des méthodes et astuces pour les résoudre. Je peux vous montrer comme ça vous les avez sous les yeux. Donc vous c'est la dernière colonne, j'ai regroupé les deux promotions sans séparer les résultats ici
H.C.	Mais pourquoi c'est B ?
I	B c'est votre lycée c'est tout, comme je ne vais pas mettre les noms des lycées dans la thèse.
H.C.	[silence, aucune réaction]
I	Et donc là on a une opposition entre les S et les T d'une part dans les réponses, et une autre opposition marocains/non marocains.
H.C.	[silence, aucune réaction]
I	Bon, ce qu'on voyait c'est que les S ils sont plutôt sur « chercher des méthodes, repérer des méthodes et astuces pour résoudre » plus, donc le troisième choix, les technos eux ils sont entre les deux mais ils sont plus sur « savoir refaire les exercices »
H.C.	Oui oui oui d'accord
I	Sachant que dans les 24 là [ceux qui ont choisi : repérer exercices types et connaître astuces...] on a une majorité de marocains, donc ceux qui ont dit qu'ils cherchaient des astuces c'était des marocains
H.C.	Et notamment ceux du Lycée Marocain, ils sont très preneurs, ils ont été formatés comme ça en plus au Lycée Marocain, ils ont été tout à fait... Et je vais même vous dire j'ai eu souvent comme des conflits avec eux, enfin avec certains d'entre eux parce qu'ils aiment bien poser des questions et avoir des réponses à des questions du style est-ce que c'est toujours comme ça. Alors je leur dis en maths, non ce n'est pas les maths ça, si c'est toujours pareil c'est pas
I	Oui d'accord. Alors ça ne correspond pas vraiment à vos conseils de dire cherchez les astuces qui font que
H.C.	Non, je ne suis pas, il y en a que j'apprends bien sûr mais pour moi les maths c'est quand même un art du raisonnement, c'est pas le fait de faire indéfiniment le même exercice que celui qui a été fait la fois d'avant quoi. Dans le dernier sujet de concours blanc d'ailleurs, il y a le meilleur élève de la classe il me dit, voilà monsieur cette question-là on ne l'avait pas faite en classe, je lui dis ben et alors ? Voyez, si le but du jeu c'est uniquement de refaire les mêmes exos c'est pas, moi je serai pas tombé amoureux des mathématiques si tu veux si j'avais perçu les maths comme ça. Oui oui il faut voir des choses mais il faut les appliquer. Mais c'est vrai en tout cas ça, ce truc selon lequel les marocains sont très preneurs des astuces et des conseils du style « écoute tu t'embêtes pas, quand t'as ça tu fais comme ci comme ça, tac tac »
I	Ils sont très systématiques

	H.C.	Oui ils aiment bien ça
	I	Et le fait d'être beaucoup dans l'entraînement, de savoir refaire les exercices, vous trouvez que c'est
	H.C.	Ça je pense que c'est mieux oui. D'un autre côté
	I	Pour les technos ça fonctionne, c'est-à-dire qu'un objectif c'est d'être capable de résoudre ce que vous leur donnez et c'est déjà bien pour qu'ils puissent ?
	H.C.	Ben [silence] il y a du oui et du non vous savez, enfin. Vous savez là j'ai donné un nombre considérable de choses dans la planche là [calculs d'intégrales], il y en a vraiment énormément. Je vous signale par exemple en fait, parce que ça je vous l'ai peut-être jamais dit, que là-dedans, dans tous ces trucs là il n'y a pas une seule formule d'intégration qui figure dans mon cours. Dans mon cours vous ne voyez pas intégrales de quelque chose, x puissance n égale x puissance $(n+1)$ sur $(n+1)$, il n'y en a pas une. Je leur dis les formules d'intégration c'est les formules de dérivation que vous lisez en sens inverse point final. Je ne fais pas apprendre les formules d'intégration. Mais je pense que pour savoir les calculer il faut en faire un très grand nombre quand même. Donc là je suis pour l'exercice répétitif alors que je sais que ce n'est pas la mode à l'heure actuelle dans l'éducation. J'ai une sœur qui est prof de maths, qui est beaucoup dans la didactique aussi, et de temps en temps ça nous est arrivé de nous heurter parce que c'est pas la mode à l'heure actuelle, les exercices répétitifs il ne faut pas en faire, pas trop disons. Et moi je pense que même si ce n'est pas le but ultime, il y a des trucs qu'il faut savoir faire vraiment quoi
	I	Et c'est particulièrement aussi pour votre public parce que
	H.C.	Pour n'importe quoi, d'ailleurs je crois que j'aurai des voies scientifiques je donnerai ça aussi.
	I	Mais pas pour tous les thèmes, pas pour tous les chapitres
	H.C.	Non. Mais vous voyez par exemple quand il s'agit du chapitre sur la dérivation j'ai donné une planche, je ne sais plus si c'est 50 ou 60 dans un premier temps, de dérivées très simples. Alors premier exercice quelle est la dérivée de $1/2x$, deuxième exercice quelle est la dérivée de $x/3$, bon. Pourquoi ? Parce que arrivé à la dérivée de $x/3$, moi j'en ai une de ces petites africaines qui en colle la dérivée de $x/3$, vous savez ce qu'il faut ? Vous ne voyez pas ce qu'ils peuvent faire pour la dérivée de $x/3$? Quand ils connaissent la formule bien sûr. Eh ben il y en a qui, moi je commence à tellement bien connaître mes élèves que je sais qu'ils vont faire ça, c'est pour cela que je fais ces planches. Il y en a qui utilisent la formule de dérivation de u/v .
	I	Ah oui je me disais c'est peut-être ça mais c'est même pas possible
	H.C.	Ils le font, ils le font réellement, et majoritairement ils le font. Et après plus loin j'ai donné la dérivée de la fonction $f(x) = \text{racine de } (x + 2)$, bon alors ils trouvent ils trouvent pas, ils connaissent pas la formule, je rappelle les formules en fait au passage, et juste après j'ai donné la dérivée de $(\text{racine de } x + \text{racine de } 2)$, vous voyez. Eh ben je crois que j'en aurai plus d'un sur deux qui vont écrire $(1/(2 \text{ racine de } x) + 1/(2 \text{ racine de } 2))$. Donc je vais en donner 50 ou 60 dans l'espoir que, surtout qu'elles sont toutes aussi simples. Mais

	je... tous les trucs, tous les raisonnements par analogie ils vont les faire quoi. Donc bon après je ne me fais pas d'illusions, je redonne la même planche
I	Est-ce que vous les interrogez sur le cours ? Est-ce qu'ils ont à un moment une restitution de démonstration ?
H.C.	Non
I	Alors si je vous le dis c'est parce qu'une chose qu'on a vue c'est que
H.C.	J'ai pas le temps, j'ai que 6 heures
I	Non mais dans les DS, dans les... Attendez je vais vous montrer ça parce que c'était quand même impressionnant, quand on regarde par exemple le fait qu'avant le DS « je vérifie que je connais les formules et les conditions d'application » c'est bon 70-80%, un peu moins pour le fait de connaître les définitions et théorèmes
H.C.	J'y crois pas
I	Oui, mais bon oui, moi aussi. C'est pas ce qu'ils font ou pas
H.C.	Ils ont dit ça pour être gentils avec vous mais
I	Parce que là quand on regarde
H.C.	Ça [entre deux cours] c'est les chiffres vraisemblables mais ça [avant un DS] j'y crois pas
I	Mais ça c'est avant les DS, donc avant les contrôles du samedi, c'est pas au quotidien
H.C.	D'accord
I	Au quotidien si vous voulez voir ce qu'ils ont mis c'est pas du tout ça, le fait d'apprendre le cours ça fait ça [montre diagramme], on est à 30%-40%. Mais avant les DS peut-être qu'ils essayent de se rattraper
H.C.	Même ça j'y crois pas, j'y crois pas
I	Alors vous pensez que les deux promotions ont répondu ce que j'aurai voulu avoir comme réponse ?
H.C.	Je pense qu'il y a une partie du pourcentage qui est histoire de vous faire plaisir, ou alors la peur d'assumer eux
I	Parce que quand je regarde pour les démonstrations, on voit chez les technos que eux on dirait qu'ils donnent beaucoup d'importance aux démonstrations pour les DS contrairement aux S. Donc ce que j'avais comme hypothèse
H.C.	J'y crois pas
I	Non plus ? Moi je me suis dit les S on les interroge sur les démonstrations en colles, plutôt qu'en DS, donc pour les DS ils ne refont pas les démonstrations ; pour les T ils doivent avoir dans les épreuves des démonstrations de cours
H.C.	Jamais de la vie, jamais de la vie. Le sujet, je vous ai donné le sujet extrait de HEC. Vous voulez que je vous envoie par mail les documents ?
I	Le cours sur les intégrales par exemple pour rester sur le même thème, oui, le cours que vous avez donné
H.C.	Que j'ai donné en première année ?
I	Oui
H.C.	Je peux vous en envoyer un bout en tout cas
I	Et même celui de l'année dernière puisque c'est celui qui me concerne ou

	même celle d'avant
H.C.	Non je ne peux pas, c'est moins facile parce que celui de l'année dernière c'était désordonné quoi, cette année j'ai pratiqué de manière systématique, et j'ai une bonne partie de mon cours de l'an dernier où c'est du manuscrit,
I	Oui je vais me faire un dossier "intégrales" alors, avec les choses que vous avez données
H.C.	Je vous envoie le cours sur les intégrales, d'accord
I	Donc là normalement ce que vous leur donnez c'est le cours, puis le vrai ou faux, puis la planche d'exercices
H.C.	Il y a un corrigé pour ça et un pour les "vrai ou faux"
I	D'accord. Et en plus il y a ce qu'ils ont dans les colles de leurs colleurs
H.C.	Oui et éventuellement les tests et ça [quiz]
I	Alors on va faire un dossier "intégrales". Pourquoi les français ont ces difficultés à votre avis ? Les non-marocains qui n'y arrivent pas, c'est quoi le problème ou les problèmes ?
H.C.	Moi je pense honnêtement que le problème c'est toutes les années d'avant. On ne fait presque plus de maths avant, au collège en particulier, puis après, quand un élève n'a pas le niveau comme la doxa actuelle c'est le redoublement ne sert à rien, l'élève passe et est éventuellement envoyé sur une voie de garage, mais il continue à passer. Et comme on ne s'assure pas du tout qu'ils ont à la fois les compétences enfin le savoir et les compétences techniques et on continue à les faire passer. Ce qui fait que, enfin la notion de nombre a disparu, on ne fait plus de calculs. Moi je serai prof en collège il serait hors de question qu'on utilise la calculette en permanence. Mais le résultat c'est que les élèves qui arrivent en classes prépas pour la grande majorité d'entre eux ne savent absolument pas manipuler les expressions algébriques, et compter ou avoir la notion de valeur. Moi j'ai donné cette année pour la première fois une interro et je l'ai gardée. Enfin c'est pas l'interro, moi je passe les deux premières heures de cours toujours je ne fais pas de cours je passe uniquement dans les rangs je ramasse les fiches et dans la mesure du temps disponible je discute avec eux, je leur pose des questions et tout. Et pour que les autres ne s'ennuient pas je leur donne un travail à faire. Et cette année pour la première fois j'ai changé mon travail parce que ça leur paraissait trop dur ce que je donnais avant, et j'ai décidé de garder les feuilles. Donc je leur ai dit je ne vais pas le noter mais je garde les feuilles pour avoir une idée du niveau. Et je fais tout un tas de choses du style de la manipulation sur les nombres, des estimations. Par exemple je leur dis la distance de la terre au soleil c'est a, b, c, d, vous cochez juste, et je leur donne la bonne réponse dedans. Je leur demande pas de savoir par cœur, je leur demande d'estimer ce que c'est. La distance de la terre à la lune c'est tant, pareil.

H.C.	<p>Eh bien il y a des élèves qui cochent une distance de la terre à la lune supérieure à celle de la terre au soleil. Ça ne les choque pas. Je dis la production mondiale de la céréale la plus consommée dans le monde c'est le riz, la production mondiale annuelle de riz est de a, b, c, d. Je crois que c'est dans les 600 millions de tonnes, on est quand même dans les 6 milliards d'habitants sur la planète, faut qu'on mange un petit peu tous quoi. Bon, parmi les réponses il y en a une où je mets 22500 tonnes un truc comme ça. Il y en a qui cochent 22500 tonnes. Bon ils doivent savoir probablement qu'on est plusieurs milliards, même s'ils ne savent pas combien de milliards. Je crois que 22500 tonnes ça ne représente rien d'autre pour eux qu'un chiffre abstrait. Ils n'ont plus de représentation de nombres comme représentant de vraies grandeurs. Ça ne se fait plus. J'ai un ami qui en début d'année m'a envoyé un mail à un moment, il a une des voies éco les plus brillantes de France, dans un lycée privé qui a de supers résultats, et il me disait que maintenant les coefficients de binômes, les k parmi n, les élèves de terminale ils connaissent ces nombres-là, ils doivent les manipuler, mais ils n'ont aucune formule qui permet de les calculer. C'est-à-dire ces nombres c'est des nombres qui s'affichent mystérieusement sur l'écran de la calculette quand ils tapent sur les bonnes touches, vous voyez ? Donc ils ne se représentent pas comment ça vient, quel est le factoriel de 2, ils se représentent pas. Alors moi j'ai répondu à mon copain que je suggérais qu'on supprime la notion de nombre des programmes, on a qu'à garder uniquement la notion de chiffre et le nombre ça serait la succession de chiffres apparaissant sur la calculette. Parce que les nombres de plus en plus ne représentent rien de sensible. Voyez ce que je veux dire ? Je me demande s'ils comprennent vraiment ce que veut dire si on leur dit que Zlatan gagne 11 millions d'euros par an, je me demande si 11 millions veut dire quelque chose pour eux ou si seulement ça veut dire c'est énorme. Je crois que l'ordre de grandeur a disparu, ils ne voient pas... Il y a un élève qui m'avait dit il y a deux ans qu'il paraît qu'il avait vu dans le résultat d'une enquête où ils disaient que 50%, la moitié des français ou 2 français sur 3 je ne me rappelle plus étaient incapables de dire combien ça faisait 50% de 100. Mais ils entendent des pourcentages sans arrêt à la radio mais je crois qu'ils ne savent pas ce que c'est. Les gens ne comprennent plus les pourcentages ! C'est des trucs de sixième ça, c'est en sixième que vous voyez ça, enfin bon.</p> <p>Bon revenons pardon à nos moutons.</p> <p>Donc quand vous me demandez moi je pense les deux trucs qui me paraissent les plus graves c'est la disparition de la notion d'ordre de grandeur, d'ordre relatif des nombres, de classement des nombres</p>
I	Mais vous pensez que les marocains l'ont toujours?
H.C.	<p>Parce qu'ils font un peu plus de calculs et puis qu'ils sont meilleurs.</p> <p>Et puis la disparition des compétences en matière de calcul algébrique. Vous voyez, la géométrie c'est beau c'est chouette mais je pense pas que ce soit ça qui les handicape, ça vous gêne pas dans la vie. Mais ne pas savoir manipuler</p>

	expressions algébriques, bon, penser que... En début de première année si j'écrivais comme formule de cours que racine carrée de $(a+b) = (\text{racine de } a + \text{racine de } b)$, je ne suis pas sûr qu'il y aurait un seul élève qui me le contesterait dans la classe.
I	Même les marocains, donc ça c'est partout ?
H.C.	Euh... disons, quand je dis que je ne suis pas sûr je veux dire par là qu'il n'est pas impossible qu'il y ait un marocain qui me le conteste, mais je ne suis pas certain de ça. Si je l'écrivais, je suis prof donc je sais que c'est vrai, faut apprendre et tout, je ne suis pas sûr. Moi les identités remarquables j'ai l'impression que j'aurais été pendu si j'avais eu un moment d'hésitation quand j'étais un troisième. Maintenant je ne pense pas qu'il y ait un sur deux qui les connaisse dans les élèves de techno en rentrant en prépa, pas un sur deux je ne pense pas. Bon alors si on ne connaît pas comment on peut espérer suivre le cours après. Moi j'ai l'impression que je fais des trucs ras-de-terre et eux ils ont l'impression que ouf ça vole haut. Il y en a une qui maintenant est partie, elle était complètement larguée
I	Vous en avez perdu combien cette année en cours d'année?
H.C.	Je ne sais pas, je ne sais pas parce que on continue à en perdre et qui ne viennent plus. À partir d'un certain moment ça devient évasif, il y en, c'est surtout les filles, qui sont déjà partis, mais disons en début d'année on devait être 45 le jour de la rentrée, y en quelques uns, quelques unes, qui ont disparu vite rapidement dans les deux premières semaines quoi, après on a fonctionné je crois autour de 40 pendant un certain temps, puis il y en a un ou deux qui sont partis encore. Officiellement ils sont 38 encore, mais dans la réalité ils ne sont plus 38. Il y en a une qui ne vient plus ça c'est sûr, ça fait plus d'un mois qu'elle n'est pas venue et d'autres qui viennent de temps en temps. Je dirai qu'il y en a peut-être encore 34 qui donnent le sentiment d'être là quoi, mais c'est à-peu-près. Mes collègues veulent allumer la fin de l'année, c'est vendredi le conseil de classe.
I	Et vous faites cours jusqu'au vendredi ?
H.C.	Oui moi je fais cours jusqu'au vendredi. Je suis toujours en retard dans mes cours alors j'ai tendance à profiter des derniers petits moments. Mais là je crois j'ai compté 28, donc il y avait plus de 10 absents. Il y a de virtuelles démissions, il y en a qui veulent se reconvertir, cette année plus que d'habitude, je ne sais pas pourquoi. Également, comme je vous l'ai dit, je suis impressionné, je voudrai en toucher un mot aux collègues, parce que les collègues ils n'ont que le côté ils foutent rien les élèves, à part ceux qui sèchent, mais dans ceux qui viennent il y en a qui ne foutent rien, bon. Je vois qu'il y en a qui sont épuisés de fatigue, je ne dis pas que c'est uniquement parce qu'ils passent leur temps en boîte de nuit. Je me pose des questions moi, est-ce qu'on équilibre bien le travail qu'on leur donne ?
I	En temps qu'équipe aussi, avec les autres disciplines, les autres profs ?
H.C.	Malheureusement c'est une espèce d'illusion le travail d'équipe sur ces choses-là. Il y a le prof qui, moi c'est mon cas, se dit que c'est pas la peine de leur filer trop de boulot parce qu'ils sont déjà surchargés donc si jamais ils le

font ça sera au détriment d'autre chose. Et puis il y a tous les autres qui disent moi j'estime que dans ma matière il y a ça. J'avais lu ça une fois, il y a un an ou deux, sur les élèves, je trouve que c'est tout à fait applicable dans mes classes, si j'étais prof en maths sup y aurait pas de doute que ce que demande le prof de maths ça passe avant tout ce que font les autres profs. Mais en prépa techno ça se discute fortement. Et j'avais vu une fois, les élèves ils apprennent à gérer vis-à-vis de la pression que les profs mettent sur eux, vous comprenez ? Et en fin de compte, ils vont faire le boulot dans la matière où le prof hurle le plus. Il y a une quinzaine d'années, j'avais une collègue qui honnêtement était à mes yeux..., une prof d'anglais, et qui leur donnait un travail monstre. Pour après-demain je vous donne une liste de mots et il faut recopier dans le dico anglais oxford machin à la main la liste de 40 mots avec la définition qui va avec. C'est un travail énorme, il faut chercher, recopier... les élèves avaient un tel travail à faire qu'ils ne faisaient pas le travail demandé dans les autres matières. Et un jour avec mon collègue de gestion de l'époque on avait dit il faut qu'on fasse une réunion avec elle parce que, pour mettre à plat ce qu'on peut demander aux élèves... Elle a très mal pris ce truc, elle s'est fâchée, parce qu'à un moment on lui dit on va chacun mettre sur la table le temps de travail qu'on estime souhaitable nécessaire dans chacune des matières. Quand c'est arrivé à elle, elle a dit je pense que pour ceux qui s'organisent bien ils peuvent s'en sortir avec deux heures de travail par jour dans ma matière. Alors on lui a dit tu te rends compte ? Ils ont deux langues, et si chacun d'entre nous demande la même chose que toi, les maths c'est la matière avec l'horaire le plus fort, la gestion, la philo, le français, l'économie et tout. Elle s'est mise en pétard, elle a dit vous n'allez quand même pas me dire que quand on a 20 ans on ne peut pas vivre pendant deux années en dormant 2 ou 3 heures par nuit. Elle a dit ça authentiquement. Elle est partie en claquant la porte, il n'y avait pas de négociation possible. Et c'est une femme qui injurait littéralement les élèves quand ils ne faisaient pas leur boulot. Donc ils le faisaient de préférence au prof de maths qui lui disait rien. Donc voilà quoi, il n'y a pas de travail d'équipe sur ce plan là. Les profs ils donnent chacun en général le boulot qu'ils estiment devoir donner et en fait ils renvoient les élèves à leur capacité de gérer eux-mêmes. Moi je trouve que ça pourrait encore aller comme ça à condition d'avoir un peu de vertu, donc chacun de nous se dit qu'est-ce qu'il est raisonnable de donner. Les élèves terminent en principe à 4h30 ou 5h30 le soir, alors un type comme Fhaimi qui a eu HEC, il a une heure de transport pour rentrer chez lui. Donc dans le meilleur des cas il est à 5h30 chez lui et c'est souvent 6h30. Bon, il faut qu'il mange et qu'il prélève quelques heures sur le restant pour dormir quoi. Donc, enfin bon voilà quoi. En fait les élèves ils ont pas beaucoup de temps pour travailler à la maison, ils ont un horaire chargé. Ce qu'on pourrait espérer c'est qu'ils soient moins agités et plus attentifs en classe. Les technos sont en plus de leurs autres défauts si je puisse dire, ils sont en plus probablement plus agités. Maintenant je fais des disciplines en classe, ce que je ne faisais pas avant. Je suis obligé, le public évolue. Mon collègue de droit me disait il a des ENS Cachan à côté, public ENS Cachan c'est complètement différent,

	c'est des voies scientifique de milieu plus élevé que les élèves qu'on a, qui ne viennent pas de banlieue, il dit ah c'est dur parce qu'avec eux ils sont tout le temps en train de bavarder. Je lui ai dit ne t'en fais pas dans 10 ans ce sera probablement pareil même en ENS Cachan.
I	C'est partout pareil je pense.
H.C.	C'est un phénomène mondial je pense. Je ne sais pas d'où ça vient. Il y a des morceaux de causes mais il y a une déliquescence générale de l'effet de l'enseignement, on est de moins en moins productifs. Moi je suis stupéfait de voir dans certains cas des élèves qui ont suivi un cursus entre la sixième et la terminale, ça fait quand même 7 ans de mathématiques, qui en savent aussi peu à l'arrivée. Et quand je dis ça, je dis même que je ne parle pas uniquement de mes élèves. Parce qu'encore une fois je corrige à l'EDHEC, quand vous voyez dans un nombre significatif de copies de l'EDHEC, donc des gens qui ont un bac éco et qui ont fait deux années de prépa, un calcul où un $\frac{2}{4}$ qui intervient reste dans les calculs jusqu'à la fin et que c'est le résultat final encadré, c'est, il y a une carence au niveau des calculs complètement basiques, que ça ne saute pas aux yeux. Moi j'ai l'impression que quand j'étais en cinquième ou en quatrième je n'aurais jamais laissé trainer ça plus de trois secondes, et là c'est des élèves en bac+2. Et encore une fois, même pas des technos parce qu'on pourrait dire toi t'as les plus mauvais, mais c'est même pas le cas. Enfin. Quelle heure il se fait là ? Vous avez encore beaucoup de questions?
I	Non non on va arrêter, je vous ai gardé très longtemps, si j'ai encore des questions je vous les envoie par mail. Merci beaucoup encore une fois pour tout.
H.C.	Bonne continuation

TITRE :

Étude et mise à l'étude des mathématiques en classes préparatoires économiques et commerciales : point de vue des étudiants, point de vue des professeurs

AUTEUR :

Farah Lynn

RESUME :

Cette thèse porte sur le travail personnel en mathématiques des étudiants des classes préparatoires aux écoles de commerce (CPGE). Nous avons cherché à explorer les liens entre l'organisation institutionnelle de l'étude en classes préparatoires et l'organisation personnelle afin de cerner en quoi ces institutions assurent concrètement l'étayage des étudiants. La première préoccupation de cette thèse fut de s'interroger sur l'évolution des divers aspects du travail personnel des étudiants au cours de la première année de CPGE. Nous nous sommes ensuite penchées sur les facteurs qui contribuent à cette évolution. Afin de répondre à ce questionnement, nous nous sommes attardées sur le fonctionnement de l'institution, d'abord au niveau macro de l'institution globale des classes préparatoires filière économique et commerciale (EC) et ensuite au niveau plus local de la classe de chaque professeur, en recherchant comment l'institution détermine et transforme les façons de travailler des ses étudiants. Nous nous sommes alors intéressées aux dispositifs institutionnels mis en place par les professeurs, en comparant ceux de deux voies de la filière EC, ainsi qu'aux relations sociales qui se développent entre étudiants et entre étudiants et professeurs. Enfin, nous avons cherché à repérer s'il existe des modalités du travail plus spécifiques des étudiants en réussite et à identifier ce qui les favorise, aux niveaux institutionnel et relationnel. Nous avons eu recours à différentes méthodes de collectes de données, croisant des méthodes qualitatives et quantitatives, afin de mieux cerner les différentes questions de recherches qui nous préoccupaient, dont principalement des questionnaires étudiants type pré/post et des entretiens avec des professeurs et étudiants.

MOTS- CLES :

travail personnel ; mathématiques ; enseignement supérieur ; classes préparatoires aux écoles de commerce (CPGE) ; institution ; évolution ; dispositifs d'étude ; relations sociales.

Éditeur: IREM de Paris

Responsable de la publication: F. Vandebrouck

IREM de Paris 7 – Case 7018

Université Paris Diderot

75205 Paris cedex 13

Dépôt légal : 2015

ISBN : 978-2-86612-369-7