

Stage scientifique

à l'EPFL

Corinne Gonzalez
Gymnase d'Yverdon



Cours de physique générale I,
Prof. Grandjean,
1^{re} année de microtechnique

Modalités du stage

- * 3 heures de cours et 2 heures d'exercices, préparation de la série d'exercices

- * Questionnaire distribué aux étudiants, analyse des réponses

Ce que ça m'a apporté

- * Revoir en profondeur le programme de mécanique
- * Se rendre compte, sur le terrain, de ce qui est demandé aux étudiants qui nous quittent
- * Complètement remettre en question sa pratique
- * Semestre extrêmement enrichissant et stimulant

Le questionnaire

Chers étudiants,

Dans le cadre d'une formation continue, sur le thème « transition gymnase/EPFL », je souhaiterais faire un état des lieux des connaissances que vous aviez au moment de votre entrée à l'EPFL. Je souhaiterais également savoir, parmi les connaissances que vous n'aviez pas en arrivant ici, celles qui vous ont le plus manqué pour le cours de physique du premier semestre que vous terminez maintenant. Je vous remercie d'avance de prendre 5' de votre temps pour répondre au QCM suivant.

École terminée avant de commencer l'EPFL :

<input type="checkbox"/> Suisse Canton : Option spécifique : Option complémentaire : Niveau de mathématiques :	<input type="checkbox"/> France <input type="checkbox"/> Bac S <input type="checkbox"/> Classes préparatoires <input type="checkbox"/> Autre : <input type="checkbox"/> Autre :
--	---

Cochez ci-dessous les connaissances que vous aviez au moment de votre entrée à l'EPFL.

Outils mathématiques :

- Notion de vecteur, addition de deux vecteurs, projection d'un vecteur sur deux/trois axes
- Produit scalaire $\vec{a} \cdot \vec{b}$
- Produit vectoriel $\vec{a} \times \vec{b}$
- Dérivation
- Intégration
- Équations différentielles
- Nombres complexes
- Autre :

Systèmes de coordonnées

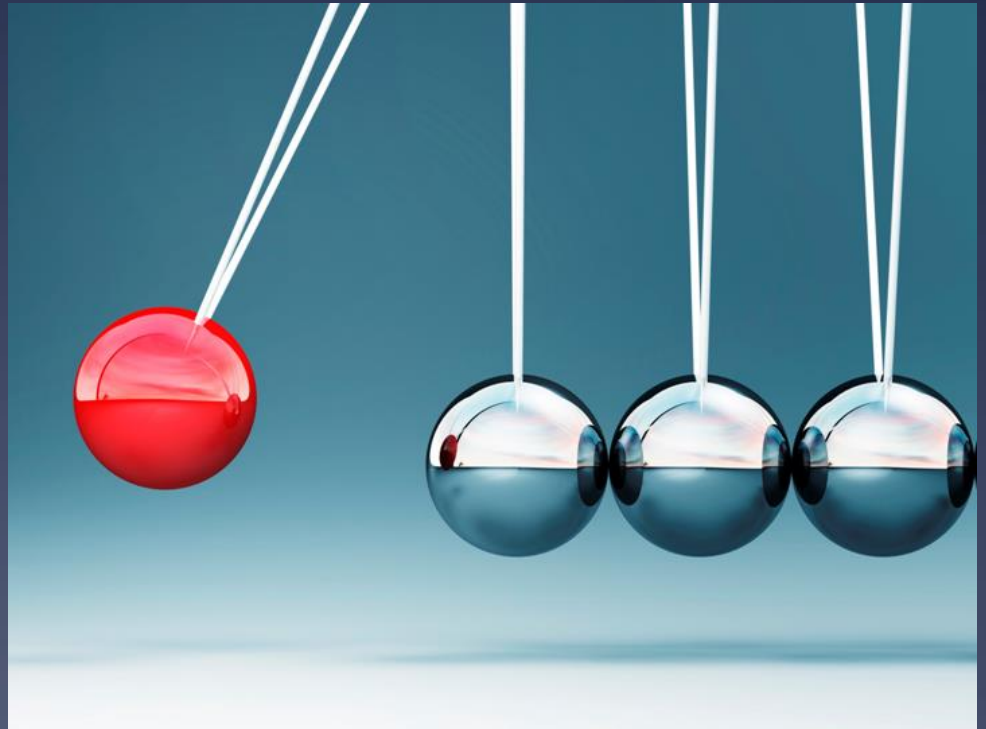
- Coordonnées cartésiennes \vec{e}_x, \vec{e}_y et \vec{e}_z
- Coordonnées polaires \vec{e}_ρ et \vec{e}_φ
- Coordonnées cylindriques $\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi$ et \vec{e}_z
- Coordonnées sphériques $\vec{e}_r, \vec{e}_\theta$ et \vec{e}_φ
- Dérivation par rapport au temps des vecteurs unitaires

Remarque :

Parmi les choix que vous n'avez pas cochés, et au vu du cours de physique que vous venez de terminer, entourez les deux qui vous ont le plus manqué dans les outils mathématiques.



Ce qui est vu en mécanique au premier semestre, pour la section MT



Les chapitres

Outils mathématiques

Systèmes de coordonnées

Physique

Cinématique du point matériel

Dynamique de la particule – Lois de Newton

Oscillateur harmonique

Mouvement centraux, effets gyroscopiques

Dynamique du solide

Dynamique dans les référentiels en mouvement

Outils mathématiques

- * Notion de vecteur, addition de deux vecteurs, projection d'un vecteur sur deux/trois axes
- * Produit scalaire $\vec{a} \cdot \vec{b}$
- * Produit vectoriel $\vec{a} \times \vec{b}$
- * Dérivation
- * Intégration
- * Équations différentielles
- * Nombres complexes

Systemes de coordonnées

- * Coordonnées cartésiennes $\vec{e}_x \vec{e}_y \vec{e}_z$
- * Coordonnées polaires $\vec{e}_\rho \vec{e}_\varphi$
- * Coordonnées cylindriques $\vec{e}_\rho \vec{e}_\varphi \vec{e}_z$
- * Coordonnées sphériques $\vec{e}_r \vec{e}_\theta \vec{e}_\varphi$
- * Dérivation par rapport au temps des vecteurs unitaires

Physique

Cinématique du point

* Position \vec{r}

* Vitesse \vec{v}

* Vitesse comme dérivée de la position par rapport au temps

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

* Accélération \vec{a}

* Accélération comme dérivée de la vitesse par rapport au temps

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

- * Équation horaire
- * Mouvement rectiligne uniforme (MRU)
- * Mouvement rectiligne uniformément accéléré (MRUA)
- * Mouvement balistique (portée, angle de tir)
- * Mouvement circulaire
 - * Accélération normale (MCU) \vec{a}_n
 - * Deux accélérations: normale \vec{a}_n et tangentielle \vec{a}_t
 - * Vitesse angulaire $\vec{\omega}$
 - * Accélération angulaire $\vec{\alpha}$

Dynamique de la particule – Lois de Newton

- * 1^{re} loi de Newton $\vec{v} = \text{constante} \Leftrightarrow \sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$
- * 2^e loi de Newton $m\vec{a} = \sum \vec{F}_{\text{ext}}$
- * 3^e loi de Newton: action – réaction
- * Masse sur un plan incliné
- * Quantité de mouvement \vec{p}
- * Notion de force
- * Forces de frottement sec (statique $F_f = f_s N$ et dynamique $F_f = f_d N$)
- * Force de frottement fluide $\vec{F}_f = -k\eta\vec{v}$

- * Poussée d'Archimède
- * Travail d'une force $\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{r}$
- * Puissance $P_{\text{inst}} = \frac{\delta W}{dt}$
- * Énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$
- * Énergie potentielle $E_p = mgh$
- * Conservation (ou non) de l'énergie
- * Chocs
 - * Chocs mous
 - * Chocs élastiques

Oscillateur harmonique

- * Force de rappel du ressort $\vec{F}_r = -k\vec{x}$
- * Énergie potentielle élastique $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$
- * Oscillateur harmonique linéaire libre
- * Oscillateur harmonique linéaire libre et amorti
 - * Amortissement faible
 - * Amortissement critique
 - * Amortissement fort
- * Oscillateur harmonique linéaire amorti et forcé
- * Oscillateurs harmoniques couplés

Mouvements centraux, effets gyroscopiques

* Moment cinétique $\vec{L}_O = \vec{r}_O \times \vec{p}$

* Moment de force $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

* 2^e loi de Newton pour la rotation

$$\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \sum_i \vec{M}_O (F_{\text{ext},i})$$

* Lois de Kepler

* Force de gravitation $F_G = \frac{GMm}{r^2}$

* Énergies cinétique et potentielle dans un mouvement à force centrale

* Gyroscope

Dynamique du solide

- * Moment cinétique $\vec{L}_{cm} = I_{cm,\Delta} \vec{\omega}$
- * Centre de masse $\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M} \sum_i \vec{r}_i dm_i = \frac{1}{M} \int_V \vec{r} dm$
- * Moment d'inertie $I_{cm,\Delta} = \int_V r_{\perp}^2 dm$
 - * Calcul du moment d'inertie pour différents volumes
 - * Règle de Steiner $I = I_{cm} + Ma^2$
- * Énergie cinétique de rotation $E_{cr} = \frac{1}{2} I_{cm,\Delta} \omega^2$

Dynamique dans les référentiels en mouvement

- * Force d'entraînement (inertie) $\vec{F}_{in} = -m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$
- * Force de Coriolis $\vec{F}_{Co} = -2m\vec{\omega} \times \vec{v}'$

Anonyme mais...

- * Suisse: canton, OS, OC, niveau de math (r ou s)
- * France: bac S, classes préparatoires
- * Autres pays

6 catégories

- * OSPM vaudois
- * Autres OS vaudois
- * OSPM suisses (sans les vaudois)
- * Autres OS suisses (sans les vaudois)
- * Français
- * Autres pays

6 catégories

- * OSPM vaudois **42**
- * Autres OS vaudois **17**
- * OSPM suisses (sans les vaudois) **40**
- * Autres OS suisses (sans les vaudois) **32**
- * Français **87**
- * Autres pays **11**

229 étudiants ont répondu

(299 se sont présentés à l'examen en janvier)

Un tableau présentant
15'343 réponses

Chaque colonne est un étudiant



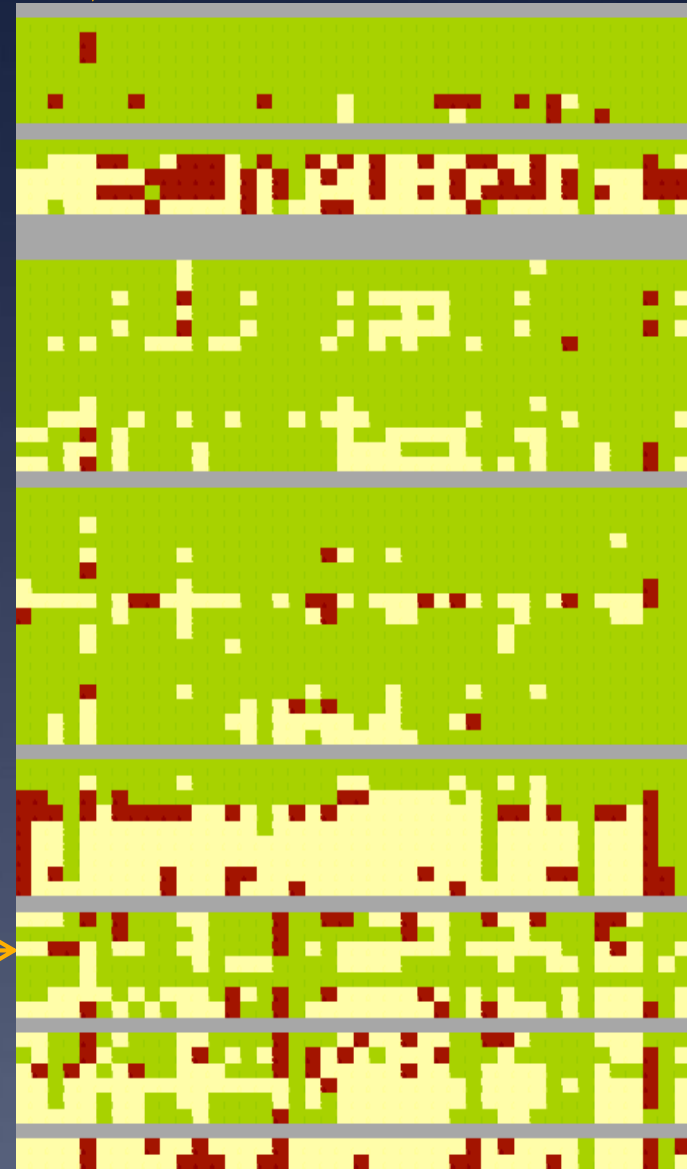
Connaissances vues avant l'EPFL



Connaissances manquantes



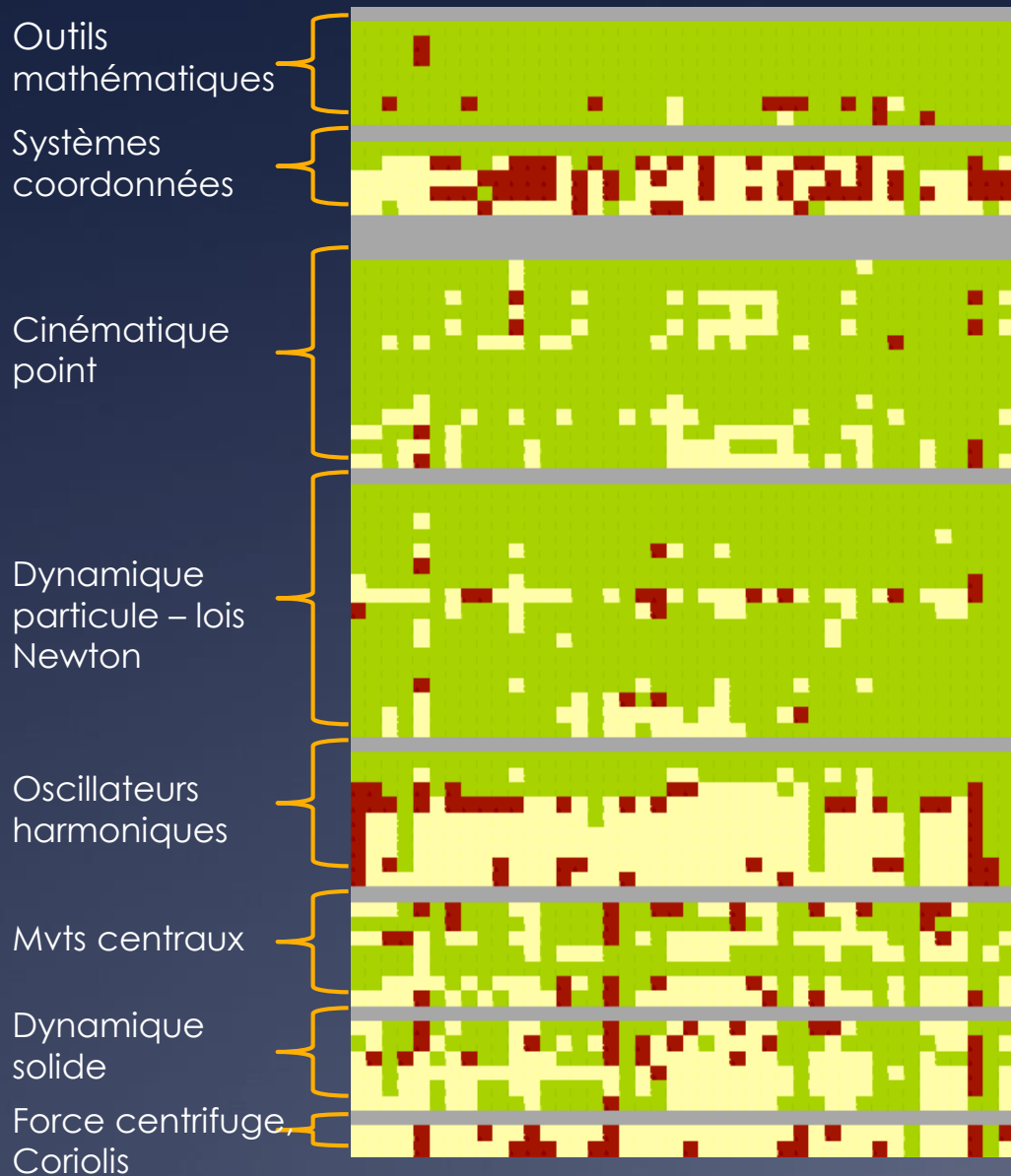
Connaissances particulièrement manquantes



Chaque ligne est une connaissance



OSPM – Vaud (42 étudiants)



OSPM – Vaud (42 étudiants)

Autres OS (32 étudiants)

Outils mathématiques

Systèmes coordonnées

Cinématique point

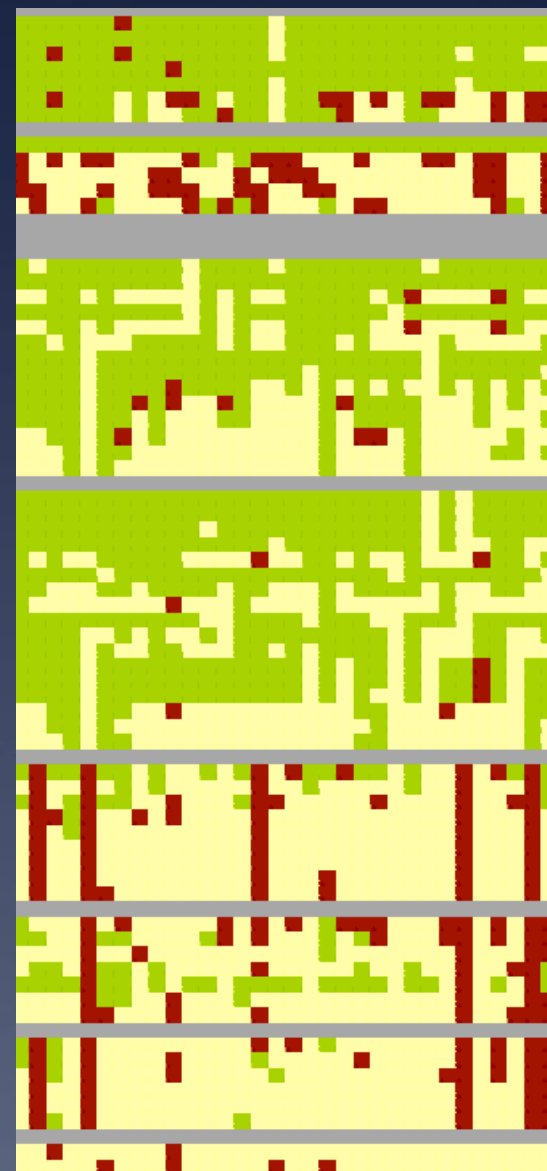
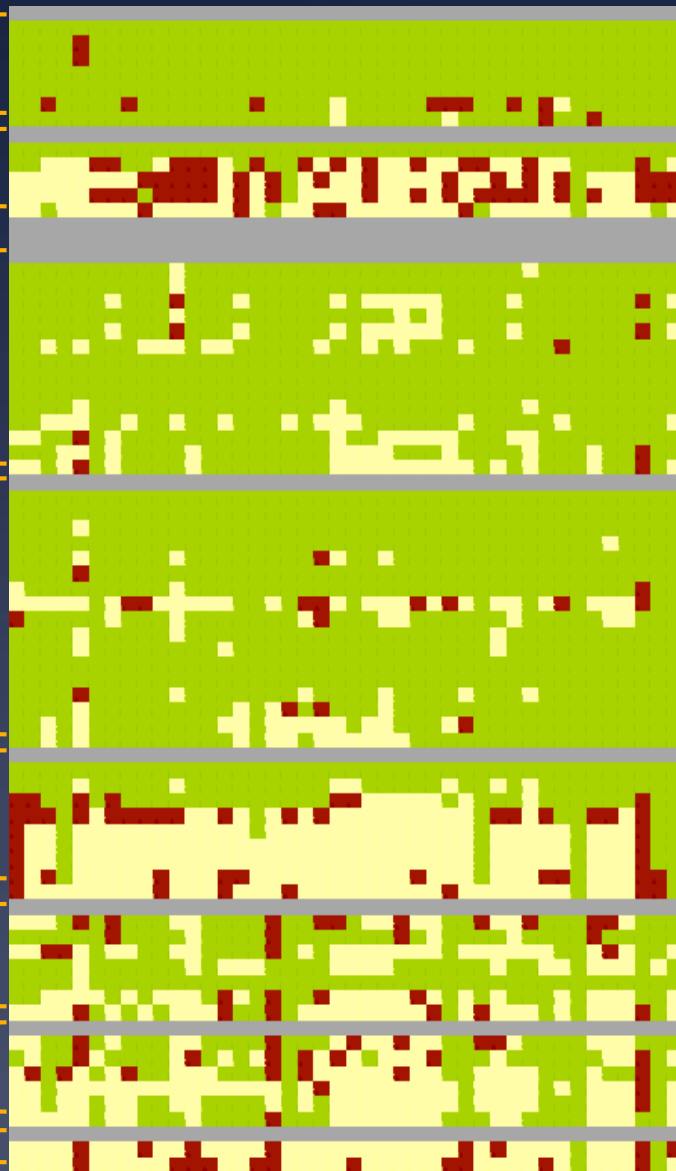
Dynamique particule – lois Newton

Oscillateurs harmoniques

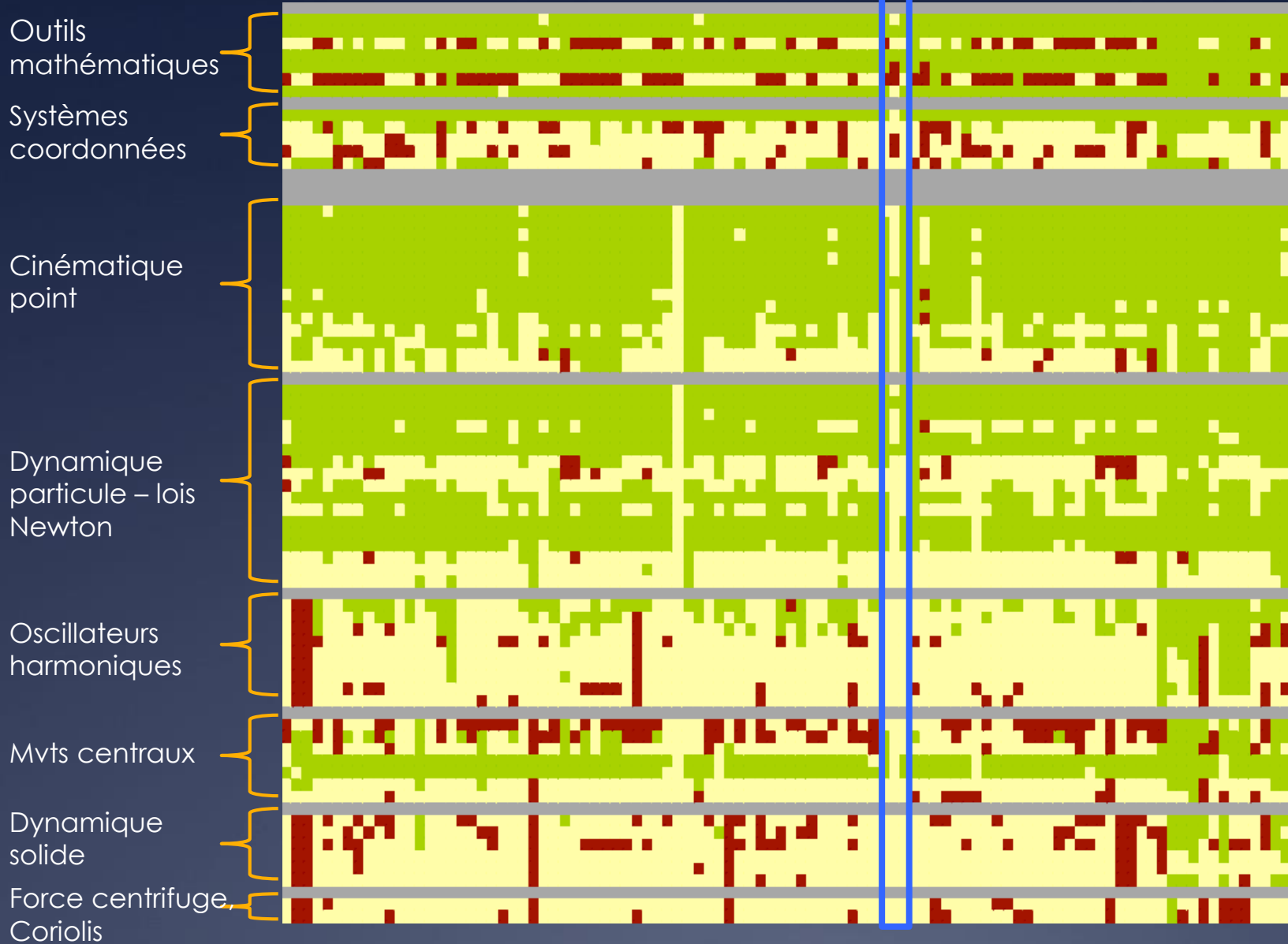
Mvts centraux

Dynamique solide

Force centrifuge, Coriolis



France et autres pays (98 étudiants)



9 commentaires choisis
sur un total de 67

« Globalement, j'estime avoir été préparé à l'EPFL par le gymnase. » (OSPM)

« L'option PAM de la maturité fédérale m'a bien préparé pour ce cours: j'avais une vue globale sur la plupart des chapitres qui m'a permis de garder le rythme du cours. » (OSPM)

« Bonnes notions générales. Plupart des sujets abordés en surface. Problème: énorme changement de rythme. » (OSPM)

Globalement, les OSPM se sentent relativement bien préparés. Mais le rythme est quand même très différent!

« Le niveau acquis dans les gymnases vaudois, si l'on n'a pas choisi l'option math-physique, ne prépare PAS DU TOUT aux cours suivis à l'EPFL, il serait bien d'introduire un cours préparatoire spécial. » (autre OS)

« Il est très difficile d'assimiler et mettre en pratique directement des concepts jamais vus auparavant et de reconstruire sur des bases semi-certaines. » (autre OS)

« À la base, j'avais prévu de faire polymaths pour compenser mes grosses lacunes mathématiques et physiques, mais cela a été supprimé. J'avais trop de lacunes pour suivre correctement. » (autre OS)

C'est beaucoup plus difficile pour un étudiant non OPSM. Il faut pour le moins les encourager à prendre l'OC physique...

MAIS

« Ceux manquants ont tous été vus en cours ce semestre avec les détails suffisants, donc aucune notion n'a vraiment manqué. » (autre OS)

Lycée orienté musique

Outils mathématiques

Systèmes coordonnées

Cinématique point

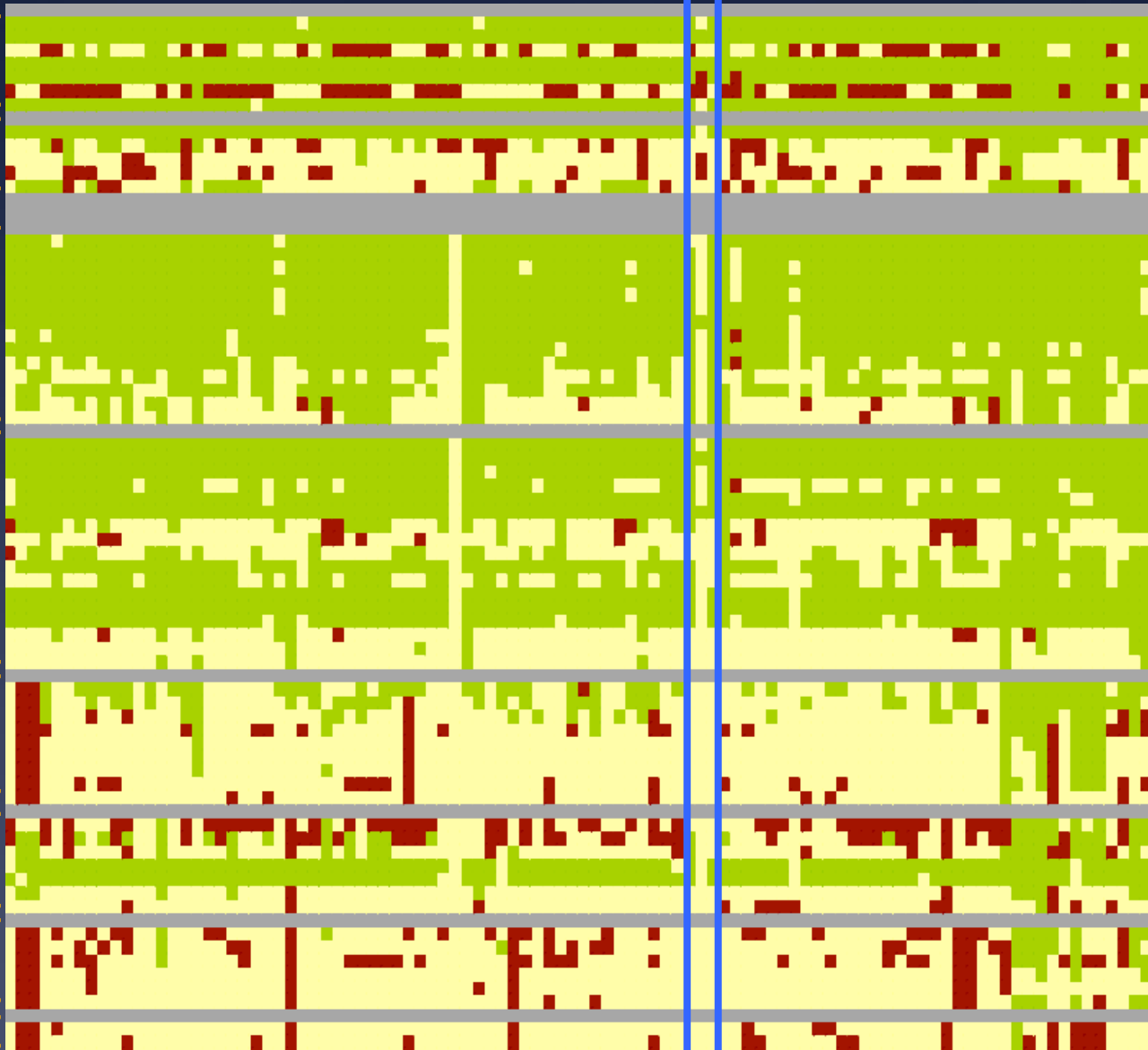
Dynamique particule – lois Newton

Oscillateurs harmoniques

Mvts centraux

Dynamique solide

Force centrifuge, Coriolis



« La façon de voir la matière varie fortement entre le gymnase et l'uni, la matière apprise au gymnase est bien plus *ancrée* car elle résulte d'un apprentissage plus lent et encadré. Plus on voit au gymnase, mieux c'est. » (autre OS)

« Je ne saurais pas dire quelles connaissances m'ont le plus manqué mais si j'avais un minimum de connaissances dans chaque thème, ça m'aurait beaucoup aidé. » (autre OS)

Nécessité de voir plus de sujets au gymnase en 3^e année

Ma pratique

- * Faire de temps à autre une équation différentielle, une intégration, introduire une ou deux fois un autre système de coordonnées (polaire ou cylindrique par exemple), utiliser d'autres notations (en particulier pour les dérivées) (mais pas l'évaluer)
- * Faire plus de sujets (en particulier les oscillateurs harmoniques), mais moins en profondeur