

Enseignement des mathématiques

Enseignement SPC:

quelles connexions dans le secondaire?



GREPhyC IREM Paris 7

Pascal Sauvage

iREM
PARIS 7





Plan de la présentation

I. Quelles connexions sur les contenus des programmes?

II. Quelles connexions sur la pratique des mathématiques?

III. Quelles connexions sur les pratiques pédagogiques?



I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Les changements: vue d'ensemble

	Ancien Programme	Nouveaux Programmes
Fonction exponentielle	central	disparu
Équations différentielles	central	disparu
Calcul différentiel	central	présent
Calcul vectoriel	central	présent
Mesures et incertitudes	peu présent	rôle central
Équations algébriques	présent	rôle central



I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Les changements: vue d'ensemble

	Ancien Programme	Nouveaux Programmes
Fonction exponentielle	central	disparu
Équations différentielles	central	disparu
Calcul différentiel	central	présent
Calcul vectoriel	central	présent
Mesures et incertitudes	peu présent	rôle central
Équations algébriques	présent	rôle central



I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Mesures et incertitudes en terminale S

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Erreurs et notions associées	Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilités du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).
Incertitudes et notions associées	Évaluer et comparer les incertitudes associées à chaque source d'erreur. Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Expression et acceptabilité du résultat	Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique . Associer l'incertitude à cette écriture. Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. Évaluer la précision relative . Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné. Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence. Faire des propositions pour améliorer la démarche.

I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Mesures et incertitudes en terminale S

Notions et contenus	Compétences expérimentales exigibles
Erreurs et notions associées	Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilités du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.).
Incertitudes et notions associées	Évaluer et comparer les incertitudes associées à chaque source d'erreur. Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs.
Expression et acceptabilité du résultat	Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique . Associer l'incertitude à cette écriture. Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. Évaluer la précision relative . Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné. Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence. Faire des propositions pour améliorer la démarche.

BOEN, SPC, TS

Peu de recouvrement avec les statistiques et probabilités du nouveau programme de mathématiques.

I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Les changements: vue d'ensemble

	Ancien Programme	Nouveaux Programmes
Fonction exponentielle	centrale	disparue
Équations différentielles	centrales	disparues
Calcul différentiel	central	présent
Calcul vectoriel	central	présent
Mesures et incertitudes	en retrait	rôle central
Équations algébriques	présentes	rôle central



I. Les mathématiques dans les programmes SPC les équations en 1S et TS

	Ancien Programme	Nouveaux Programmes
Formules différentielles	Vitesse/acc. d'un point Intensité électrique Tension bobine Vitesse chimique Activité nucléaire	Vitesse/acc. d'un point
Formules fonctionnelles	Logarithme Cosinus Exponentielle	Logarithme Cosinus
Formules algébriques	31 formules	36 formules



I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Formules algébriques en SPC: pertinence?

- Grandeurs, analyse dimensionnelle, unités
- Dépendances entre grandeurs et comparaisons
- Applications numériques
- Domaine de validité
- Calculs / estimation d'incertitudes
- Représentations graphiques
- Introduction au calcul différentiel



I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Formules algébriques en SPC: pertinence?

- Grandeurs, analyse dimensionnelle, unités
- Dépendances entre grandeurs et comparaisons
- Applications numériques
- Domaine de validité
- Calculs / estimation d'incertitudes
- Représentations graphiques
- Introduction au calcul différentiel

Les mathématiques encore présentes au programmes SPC sont riches.



I. Les mathématiques dans les programmes SPC

Bilan concernant les contenus.

- Les mathématiques « avancées » ne sont plus au cœur du programme de la filière S.
- Les programmes de mathématiques et SPC ont très peu de contenus en commun.

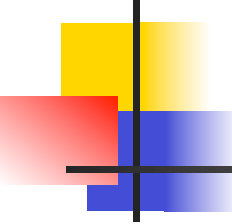
MAIS

La richesse scientifique et didactique des mathématiques encore présentes dans le programme SPC semble sous-estimée₁₁



Plan de la présentation

- I. Quelles connexions sur les contenus des programmes?
- II. Quelles connexions sur la pratique des mathématiques?
- III. Quelles connexions sur les pratiques pédagogiques?

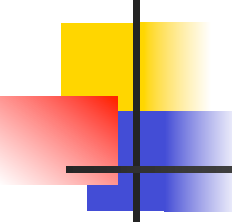


II. Les mathématiques en pratiques

Deux cultures, deux pratiques.

En cours de maths	En cours de physique-chimie
« 0,30 = 0,3 »	« 0,30 g \neq 0,3 g »
« f(x) = y » L'accent est mis sur la fonction	« x(t) » L'accent est mis sur les grandeurs
Coexistence de valeurs numériques avec des symboles dans équations	Formule littérale (que des symboles) PUIS application numérique (que des valeurs)
« On fait un raisonnement par proportionnalité »	« On fait un produit en croix » (pas de raisonnement)
« Isoler une variable par opérations / opérateurs inverses »	« On fait un produit en croix » « On passe de l'autre côté ».

Les pratiques ne sont pas coordonnées; risques d'interférences destructives pour l'apprentissage des élèves.



II. Les mathématiques en pratiques

Rédiger un calcul: facile?

Une voiture roule à une vitesse constante de 60 km/h. Quelle distance sera parcourue en une durée de 3 h?

En cours de mathématiques:

$$x = 60.t$$

En cours de SPC collège:

$$d = v.t = 60 \times 3 = 180$$

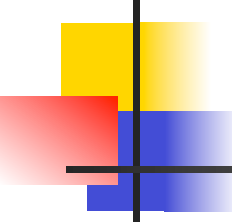
En cours de SPC lycée:

$$d = v.t = 60 \times 3 = 180km$$

Doc. Acc. Collège *Grandeurs et Mesures*; A. Pressiat:

$$d = v.t = 60 \frac{km}{h} \times 3h = 60km \times 3 = 180km$$

La rédaction d'un calcul peut prendre des formes très variées mais peu cohérentes entre elles. Les plus fréquentes en SPC sont fausses pour des raisons d'homogénéité.



II. Les mathématiques en pratiques

Les astuces de calculs

Le « produit en croix » pour la proportionnalité:

Une voiture roule à une vitesse constante et parcourt 120 km en 2 h. Quelle distance sera parcourue en 3 h?

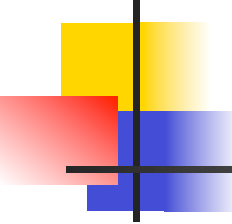
Distance (km)	120	?
Durée (h)	2	3

$$\frac{120 \times 3}{2} = 180$$

$$\text{Distance} = 180 \text{ km}$$

Le produit en croix est une astuce de calcul.

Le raisonnement par proportionnalité y est absent.



II. Les mathématiques en pratiques

Les astuces de calculs

Le « produit en croix » pour l’algèbre:

Une voiture roule à une vitesse constante de $v = 60$ km/h.
Quelle distance d sera parcourue en une durée $t = 3$ h?

v	d
1	t

$$v \times t = d \times 1$$

Le produit en croix est une astuce de calcul.

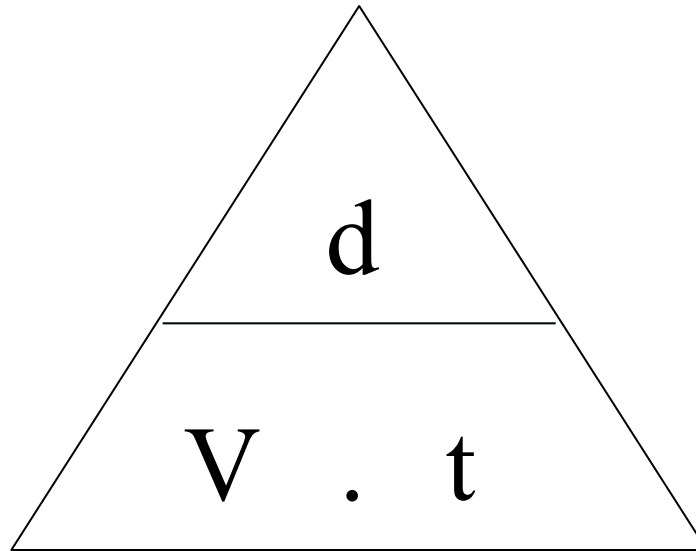
Le raisonnement par opération réciproque appliquée à une égalité y est absent.

II. Les mathématiques en pratiques

Les astuces de calculs

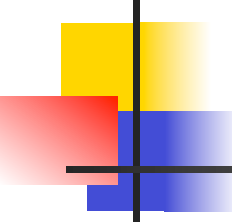
Dépasser le produit en croix? le « triangle magique »

Règle: *Ce qu'on cache est égal à ce qu'il reste à voir.*



Le triangle magique est une astuce de calcul plus puissante que la précédente.

Le raisonnement par opération réciproque appliquée à une égalité y est absent.



II. Les mathématiques en pratiques

Questionner le sacralisé

Enseignant: *Les élèves, pourquoi $2^0 = 1$?*

Élève: *Bah c'est ce qu'on a appris l'année dernière!*

Enseignant: *Pourquoi $-1 \times -1 = +1$?*

Élève: *Bah c'est ce qu'il y avait dans le livre!*

Enseignant: *Un médecin écrit « Alex = 56 »; ça veut dire quoi?*

Élève: *Bah, il faut les unités: Alex = 56 kg!*

Les définitions sont souvent sacralisées: elles sont considérées comme un point de départ qu'il ne s'agit pas de questionner. Elles sont pourtant aussi le résultat d'un raisonnement. Le signe égal est rarement défini auprès des élèves.



II. Les mathématiques en pratiques

Bilan concernant la pratique des mathématiques

Constat:

« *Les élèves ne savent plus calculer* »

« *Les élèves ne savent plus raisonner* »...

Mais *en pratique*, demandons-nous aux élèves de
produire un résultat ou un raisonnement?

Propositions:

- Coordonner les pratiques; réviser le statut pédagogique des astuces et des définitions.
- Réviser la cohérence programmes des mathématiques et SPC du collège concernant les chapitres *Grandeurs et Mesures*.



Plan de la présentation

I. Quelles connexions sur les contenus des programmes?

II. Quelles connexions sur la pratique des mathématiques?

III. Quelles connexions sur les pratiques pédagogiques?



III. Investigation, autonomie et mathématiques

Exemples d'activités

Questionner les définitions:

$$2^0 = 10^0 = m^0 = 1 ? ; Alex = 56 ?$$

Vers une nouvelle relation cours-activité: un exemple en SPC
nomenclature en chimie organique: déduction ou induction?

À la croisée des chemins et des disciplines:
Activité déshydratation.



III. Investigation, autonomie et mathématiques

Bilan concernant les aspects pédagogiques

Constat:

« Dis-moi et j'oublierai; montre-moi et je me souviendrai; implique-moi et je comprendrai » Confucius (V s. av. J.-C.)

Propositions:

- Mettre en avant le questionnement ainsi que la créativité de l'élève et de l'enseignant (co-construction; valorisation de l'« erreur »);
- Développer les échanges de pratiques pédagogiques entre collègues et disciplines

La réforme du lycée offre un nouveau cadre favorable aux échanges entre collègues et disciplines : AP, MPS, TPE.

Enseignement des mathématiques

Enseignement SPC:

quelles connexions dans le secondaire?

CONCLUSION:

Quelques propositions:

- Une coordination de la pratique des mathématiques en classe (inter et intra disciplinaire).
- Une coordination des programmes maths-SPC collège (grandeurs et mesures).
- Une révision du statut pédagogique des astuces: elles peuvent aussi être un frein à l'apprentissage.
- Une révision du statut pédagogique des définitions: souvent considérées comme point de départ, elles sont pourtant aussi le *résultat* d'un raisonnement.
- Un échange accru des pratiques pédagogiques entre collègues et disciplines : mise en avant du questionnement, de l'initiative, de l'autonomie de l'élève.