COMPTE- RENDU DES ANIMATIONS SUR LES PROGRAMMES DE MATHEMATIQUES DES PREMIERES S, ES ET L, STI2D et STL (OCTOBRE - NOVEMBRE 2011)

A. Les objectifs de formation

Les nouveaux programmes de première de ces trois séries, programmes qui ont tous gardé comme objectif de donner à chaque élève la culture mathématique indispensable pour sa vie de citoyen et les bases nécessaires à son projet de poursuite d'études, **mettent nettement l'accent sur la formation à la démarche scientifique** avec toutefois quelques particularités suivant les séries :

- en **premières STI2D et STL**, la priorité va au développement de la capacité à mobiliser des outils et des méthodes mathématiques appropriées au traitement de situations scientifiques et technologiques ;

- en **premières ES et L**, il s'agit de développer le sens critique vis-à-vis des informations chiffrées ;

- en **première S**, l'objectif est de procurer aux élèves un bagage solide tout en donnant le goût de la recherche. Les attendus concernent, comme dans les autres séries, la modélisation de situations à l'aide d'outils mathématiques mais aussi les capacités à effectuer des démonstrations et mener des raisonnements plus abstraits.

L'objectif de tous ces programmes, à travers leur déclinaison propre, est de permettre à chaque élève de construire quatre compétences clefs :

- mettre en œuvre de recherche de façon autonome
- mener des raisonnements
- avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus
- communiquer à l'écrit à l'oral.

C'est un enjeu fort de la formation qui s'inscrit dans la continuité de ce qui est initié au collège avec le socle commun. Ce ne sont certes pas des attendus nouveaux – ces compétences étaient déjà évaluées au baccalauréat –, mais ils sont affirmés encore plus nettement tout particulièrement au niveau des capacités attendues. Il convient donc de penser au quotidien à leur construction.

D'où l'importance de **confronter régulièrement les élèves à des énoncés ouverts et de mettre régulièrement tout élève en situation de recherche, y compris sur des temps courts.**

A cet égard il peut être judicieux de prendre du recul par rapport aux énoncés proposés par les manuels. En effet ces énoncés sont souvent très fermés et ne permettent donc pas de placer les élèves en situation de mobiliser, de façon autonome, les savoirs construits dans des situations laissant toute initiative au niveau de la démarche.

Deux exemples classiques :

Autour des suites : Le plus souvent, l'énoncé donne un habillage à un exercice relevant d'une modélisation par des suites arithmétiques ou géométriques. Est-il nécessaire l'énoncé introduise la notion de suite, demande le calcul des premiers termes, la nature des suites mises en jeu, leur raison, … ? L'ambition de formation n'est elle pas que ce soit les élèves qui aient l'initiative de mobiliser les outils adaptés à la résolution du problème ? Est-il souhaitable que les modalisations soient ainsi systématiquement données alors même qu'une capacité attendue est «savoir modéliser par une suite ».

Autour des exercices d'optimisation :

31 * **Consommation en essence d'un véhicule**

La consommation d'essence C d'un véhicule peut s'exprimer en fonction de la vitesse v vous la forme

$C(v) = 0{,}06v + \frac{150}{v}$ avec $v > 0$.

1. Déterminer la fonction dérivée de la fonction C, notée C' et montrer que $C'(50) = 0$.

2. Donner le tableau de variation de la fonction C sur l'intervalle $[20\,;\,130]$.

3. En déduire la vitesse à laquelle il faut rouler pour que la consommation soit minimale. Quelle est cette consommation ?

Concevoir l'énoncé d'un tel exercice avec une seule question, plus ouverte, du type : *Existe-t-il une vitesse qui rend la consommation minimale ?* n'aiderait-il pas mieux les élèves à construire les compétences attendues.

Lors de la synthèse, la comparaison des différentes procédures mobilisées (dérivation, graphique, tableur, …) permettrait de faire les liens entre les différents champs du programme.

Pour rendre les élèves capables de mobiliser des ressources (savoirs, savoir-faire, automatismes) préalablement construites pour traiter des situations inédites dont la stratégie de résolution n'est ni balisée, ni prédéfinie, il y a nécessité de doter les élèves de ressources qu'ils maîtrisent de façon robuste et pérenne.

On distingue classiquement trois niveaux de maîtrise d'une ressource

Premier niveau de maîtrise
La simple restitution de savoir dans des exercices d'application à l'identique. Par exemple être capable, dans une situation simple dans laquelle le contexte d'utilisation d'un théorème est explicite, d'utiliser ce théorème.

Second niveau de maîtrise
Réinvestissement de la ressource dans une situation simple mais inédite.

Troisième niveau de maîtrise
Savoir choisir et combiner plusieurs ressources, autrement dit être capable d'identifier des contextes pertinents d'utilisation d'une ressource (l'utiliser correctement et quand il le faut, ne pas l'utiliser quand il ne le faut pas) y compris dans des situations inédites, voire de tâches complexe.

Extrait du document ressource pour le socle commun dans l'enseignement des mathématiques au collège

Toutefois avant de pouvoir maîtriser une ressource de façon robuste et pérenne (troisième niveau de maîtrise qui ne se construit et ne se montre que dans le cadre de la résolution de situations inédites et ouvertes) un élève doit d'abord apprendre à la mobiliser dans des situations classiques (**1er degré de maîtrise et second degré de maîtrise**).

Une question de fond se pose :

Comment faire pour doter les élèves des outils nécessaires et leur permettre de construire les compétences attendues, dans le temps imparti ?

Pour y parvenir plus aisément il s'agit donc :

- de bien **cibler les exigibles des programmes**
- de **doter les élèves d'outils leur permettant de résoudre des problèmes, sans y consacrer trop de temps** mais tout en respectant la spécificité des mathématiques,
- **de renforcer les pratiques aidant les élèves à pérenniser leurs acquis**.

B. Cibler les exigibles des programmes

Dans certaines séries, notamment en S, l'horaire hebdomadaire a diminué. Chercher à développer, comme cela pouvait se faire avec l'horaire précédent, l'entraînement sur certaines notions n'est donc pas réaliste. Ce n'est du reste plus l'attendu.
Par ailleurs, il convient de garder à l'esprit qu'il reste encore beaucoup de notions à aborder en terminale. IL est donc nécessaire de permettre aux élèves de construire en première des fondations solides.

Il y a donc nécessité :

- d'identifier ce qui n'est pas (ou qui n'est plus) un attendu du programme,
- de se demander ce que les élèves ont travaillé avec le nouveau programme de seconde pour ne pas refaire ce qui a déjà été fait,
- d'avancer dès le début de l'année dans le programme et de ne pas céder à la tentation de rester trop longtemps sur les notions étudiées en seconde,
- de se demander ce qui aura de l'avenir en première puis en terminale,
- de ne pas s'engluer dans les difficultés calculatoires.

En particulier, il s'agit de poursuivre le travail entamé en seconde sur l'algorithmique afin que les apprentissages dans ce domaine soient bien posés à la fin de la première.

1. En analyse

L'objectif dans toutes les séries est de construire **le sens** et de privilégier les liens entre les champs graphiques, numériques et algébriques.

Une priorité dans toutes les séries : l'acquisition du concept de dérivation

Une spécificité à la ES&L : faire acquérir une maitrise aisée des pourcentages; apprendre à caractériser la croissance

Le second degré :
Le sens de variation d'une fonction polynôme de degré 2 est acquis en seconde. Il n'y a pas de cours à refaire là dessus. En particulier, il n'y a pas à étudier le sens de variation d'une fonction polynôme du second degré par effet sur l'ordre des fonctions de référence. En revanche les connaissances des élèves sont bien entendu à réactiver.

L'objectif est que les élèves deviennent capables de résoudre des problèmes variés qui relèvent de second degré : des situations qui se modélisent par une (in)équation de degré 3 avec une racine simple ou une fonction polynôme de degré 2.

Quelques idées force :

- Bien faire identifier aux élèves que tout n'est pas second degré. Relève d'une formation scientifique incontournable le fait que les élèves aient parfaitement intégré qu'une fonction n'est pas systématiquement affine ou du second degré, ou qu'une suite n'est pas systématiquement arithmétique ou géométrique.
- Avoir comme perspective d'amener les élèves à exploiter de façon efficace la forme factorisée et la forme canonique quand elles sont données et être capables de les retrouver sur des exemples.
- N'aborder le cas général que lorsque tous les élèves savent faire sur des cas particuliers (le risque est que les formules deviennent le passage incontournable surtout pour les élèves plus fragiles).
- Mobiliser durablement les incontournables dans le cadre des activités rapides.
  Par exemple : signe de $x^2 + 2x$, $x^2 + 1$, …afin que les élèves puissent identifier par eux-mêmes qu'utiliser la formule peut ne pas être le plus efficace.
- Mobiliser les acquis de seconde sur des problèmes d'optimisation ou de résolution d'équations.

Que sait un élève au sortir de la seconde ?

Un élève a eu l'occasion d'apprendre que toute fonction polynôme du second degré se représente par une parabole dont les branches sont tournées vers le haut si a est positif, vers le bas dans le cas contraire. Cette parabole possède un axe de symétrie qui peut être utilisé pour déterminer les coordonnées du sommet.

Une fonction polynôme du second degré est donc soit strictement décroissante puis strictement croissante, soit le contraire.

Ainsi,

Pour déterminer le tableau de variation de la fonction f définie sur IR par $f(x) = (x - 2)^2 + 3$, un élève doit d'abord identifier que la fonction est une fonction polynôme du second degré. Il peut ensuite déduire de la forme de l'expression que, $(x - 2)^2$ étant toujours positif ou nul, $f(x)$ sera toujours supérieur ou égal à 3. De plus, lorsque x vaut 2, $f(x)$ vaut 3 donc 3 est le minimum de f qui est donc strictement décroissante sur $]-\infty, 2]$ et strictement croissante sur $[2,+\infty[$.

Pour déterminer le tableau de variation de la fonction g définie sur IR par $g(x) = (-x - 4)(2x + 4)$, un élève peut repérer que -4 et -2 ont une image nulle, donc que l'axe de symétrie est la droite d'équation $x = -3$. L'extremum est obtenu en calculant l'image de -3 qui est 2. En utilisant cette information, on peut en déduire que cet extremum est un maximum, ou on utilise le signe de a qu'on peut déterminer mentalement.

Pour le tableau de variation de la fonction f définie sur IR par $f(x)= x^2 + 2x - 8$, un élève identifie rapidement les variations de f et peut repérer que 0 a pour image 8 et chercher l'autre réel ayant 8 pour image. Il est amené à résoudre alors l'équation $x^2 + 2x = 0$ dont les solutions sont 0 et -2. Il en déduit alors que le minimum est en -1. En comparant alors $f(x)$ à $f(-1)$, il obtient une expression qui est toujours positive ou nulle et qu'il peut reconnaître comme une identité remarquable. Il peut en déduire alors la forme canonique de f et une éventuelle factorisation.

Le second degré offre une bonne occasion de renforcer une habileté calculatoire (développement ; factorisation ; etc) sans qu'il y ait risque de parasiter d'autres apprentissages. Cela offre aussi une bonne occasion de faire les liens entre différents champs : fonction, calcul algébrique, représentations graphiques, …

Deux remarques :

- **La mise sous forme canonique n'est pas un attendu des premières** STI2D&STL, ES&L.
- Faire concevoir aux élèves l'algorithme permettant de résoudre une équation du second degré est pertinent pour faire travailler l'algorithmique. Faire concevoir cet algorithme en fin d'apprentissage, peut être l'occasion pour un élève de faire la synthèse de ce qu'il a appris et de poser clairement tous les cas.

Fonctions de référence, fonctions associées

La classe de première permet d'augmenter le stock des fonctions de référence. Sont à noter quelques différences selon les séries

Valeur absolue, cos et sin : STI2D STL

Raciné carré et cube : STD2A, ES&L

Racine carrée et valeur absolue en S

La valeur absolue

L'attendu porte seulement, dans un premier temps, sur le sens de variation de la fonction et sa représentation graphique en V.

Valeur absolue = la distance de x à 0.

Les quatre points ci-dessous peuvent donner des indications sur l'avenir de la valeur absolue au lycée :

- Elle prépare la formalisation de la notion de limite, et la notion de module.

- Les élèves auront besoin de comprendre ce qu'écrire $|u_n - l| < e$ veut dire
- Elle peut être très utile en algorithmique par exemple pour réduire le nombre de cas à étudier ou élaborer des tests d'arrêt.
- Elle offre un contre-exemple intéressant pour la dérivation.

Même si la notion de valeur absolue peut faire l'objet de problèmes mathématiques intéressants et formateurs, il n'y a pas lieu de s'attarder sur cette notion. C'est plutôt une notion à faire vivre quand l'opportunité se présente pour amener les élèves à la mobiliser pour la distance de a à b. Le travail sur les suites offre une occasion intéressante d'installer progressivement une manière d'exprimer la distance par la valeur absolue d'une différence.

Fonctions associées (STI2D &STL et S)

En STI2D&STL : l'objectif consiste à développer une aisance dans la manipulation des représentations graphiques

En S, il ne s'agit pas que le travail autour des fonctions $u + k$, ku, $1/u$, $\sqrt{u}$ n'engage à revenir sur un chapitre du type « généralités sur les fonctions ». Pour éviter des séances entières consacrées à cette étude, il peut être judicieux de travailler et d'installer les savoirs et savoir-faire sur ces notions en activité rapide.

Comme la dérivée de $\sqrt{u}$ n'est pas un exigible, savoir que u et $\sqrt{u}$ ont les mêmes variations peut se révéler très utile dans le cadre d'une résolution de problème.

Il s'agit essentiellement de doter les élèves d'une diversité de stratégies leur permettant d'étudier les variations des fonctions. Afin que cette diversité puisse perdurer, il est important de continuer à les faire vivre, surtout une fois que la dérivation fait partie des outils.

Par exemple, on souhaiterait qu'un élève de S soit capable de donner, sans avoir besoin de dériver, le sens de variation de la fonction définie par $f(x) = \dfrac{1}{ax+b}$

Remarques :

- Il n'y a pas de résultats de cours à connaître sur le sens de variation de la somme ou du produit de deux fonctions. Toute généralisation nécessiterait une maîtrise de calcul sur les inégalités que les élèves n'ont plus. Il faut avoir à l'esprit qu'ajouter membre à membre des inégalités n'est plus un acquis des élèves.
- L'étude générale de la composée de deux fonctions est hors programme

La dérivation

C'est **une notion centrale de tous les programmes de première** .

La priorité est de donner à comprendre, de présenter le principe et d'outiller efficacement. *On revient sur ce point dans la suite du compte rendu.*

On évitera tout excès de technicité dans les calculs de dérivées. Pour cela, on ciblera les incontournables dans la maîtrise calculatoire et on pourra utiliser des logiciels (par exemple, Geogebra intègre du calcul formel) pour des calculs plus compliqués.

Remarques :

- Même en S, il n'y a pas d'attendu de démonstration sur ce point du programme. On attend toutefois qu'un élève de S sache,
    - o que pour obtenir la dérivée d'une somme, il faut transformer le taux d'accroissement de la fonction de manière à faire apparaître la somme de deux taux d'accroissements
    - o pourquoi la dérivée d'un produit ne peut pas être le produit des dérivées.

- On admet le lien entre sens de variation et signe de la dérivée
- Au niveau de la tangente, l'attendu est qu'un élève sache la construire quand il connait le nombre dérivé. Il n'y a pas de connaissance particulière attendue sur une formule donnant son équation. On attend plutôt qu'un élève sache remobiliser ses connaissances sur les équations de droites.

Les suites

Il n'y a pas dans les programmes de définition formelle d'une suite convergente.
En première, on s'en tient à une approche expérimentale de la notion de limite, où algorithmique et tableur peuvent être mobilisés de façon pertinente.
Une capacité essentielle, attendu de tous les programmes, est la **modélisation par des suites pour étudier une situation**.
Il s'agit bien de donner du sens à cette notion.
Sont à viser :

- l'acquisition par les élèves des incontournables : suites arithmétiques (qui ne sont pas étudiées en STI2D-STL) et géométriques, sens de variation sans récurrence.
- tout ce qui prépare la compréhension de la notion de limite qui sera établie en terminale.

Dans le précédent programme de première S le paragraphe concernant les suites pouvait être qualifié d'« ilot déductif consistant », dans la mesure où le fait de disposer de la définition d'une suite convergente permettait de démontrer des propriétés. Ce n'est plus le cas. Dans aucun des programmes on ne définit ce qu'est une suite convergente. Il convient à cet égard de se méfier de certains manuels qui proposent clairement des exercices qui dépassent l'attendu. L'objectif est de confronter les élèves à quelques situations qui permettent de les familiariser avec le concept. Il s'agit seulement de préparer une notion qui sera établie en terminale. En conséquence, on pourra judicieusement veiller à varier les approches (tableur, expérimentation, algorithmique, outil de calcul, logiciels de géométrie).

En ES&L : on apprend aux élèves à qualifier la croissance linéaire, géométrique (exponentielle).

En S, ce point du programme intègre deux démonstrations ayant valeur de généralité (la somme des *n* premiers entiers naturels et la somme des premières puissances de *q*). L'objectif est que les élèves s'approprient les deux principes différents qui permettent de calculer ces sommes.

On peut s'autoriser aussi à demander aux élèves de donner le principe du calcul de la somme des premiers termes d'une suite arithmétique ou de ceux d'une suite géométrique.

La définition d'une suite majorée, minorée sera vue en terminale. C'est explicitement au programme de TS, dans les autres séries, pas d'attendu de maîtrise de la définition. Pour autant, on ne s'interdira pas d'utiliser ce vocabulaire quand il est pertinent.

Sur les suites récurrentes, l'utilisation de la représentation graphique d'une fonction (et éventuellement de la première bissectrice) pour représenter des premiers termes est une situation **d'apprentissage mais pas un attendu de savoir faire.**

Comparaison d'évolutions et de seuils : ces questions sont à poser en en réalisant un algorithme ou en utilisant le tableur. Par exemple sur un exercice : pourrait-on trouver un rang à partir duquel tous les termes seraient plus grands que …, ou compris entre …

Pour compléter la réflexion voir le document ressource **Analyse en première L, ES et S** publié par la DGESCO.
http://eduscol.education.fr disponible également sur le site pédagogique de l'académie de Nantes.

2. En géométrie en STI2D&STL et S

Poursuite du travail amorcée en seconde sur la géométrie repérée et apprentissage du travail géométrique dans un cadre non repéré :

Le programme de seconde n'impose qu'un travail sur la géométrie repérée.
L'idée en première est de semer la notion d'espace vectoriel de dimension 2 : il s'agit d'être capable de décomposer un vecteur à partir de deux vecteurs non colinéaires (par lecture graphique ou sans revenir nécessairement aux coordonnées des points). Un des attendus est aussi d'amener les élèves à sortir du repère orthonormal.
En terminale S, ce travail se poursuivra avec la notion d'espace vectoriel de dimension 3.

La majeure partie des problèmes sur les vecteurs à proposer en première STI2D&STL et S peuvent se résoudre en introduisant deux bons vecteurs non colinéaires. On peut considérer que l'on en reste toujours à de la géométrie repérée mais dans des situations où le repère n'est pas donné *a priori*.
Le choix du repère doit pouvoir relever de l'autonomie de l'élève. Ce repère peut de plus ne pas être orthonormé et on peut même en rester à une base (deux vecteurs non colinéaires et pas d'origine).
En STI2D-STL, on privilégie des décompositions selon des axes orthogonaux. Un objectif est d'exploiter des situations issues des sciences et technologies nécessitant du calcul vectoriel dans un cadre non repéré.

Dans la série S, on sème la notion d'espace affine :

En première : la droite affine D (A, $\vec{u}$),

En terminale : le plan affine P (A, $\vec{u}$, $\vec{v}$) et l'espace E (A, $\vec{u}$, $\vec{v}$, $\vec{w}$)
Dans cette perspective, on réintroduit dans ce cadre l'équation cartésienne de droite (sans passer par le produit scalaire comme cela était fait dans les programmes précédents). On travaille simplement sur la colinéarité de deux vecteurs

Concernant les attendus de démonstration : Il s'agit qu'un élève devienne capable de reproduire, autant que de besoin, sur des exemples, la démarche adoptée dans le cadre de la démonstration. Le souhaitable est qu'il soit capable en fin d'année de faire la démonstration dans le cas général.

Remarques :

- Les exercices qui visaient à préparer le barycentre (déterminer le point M tel que $2\overrightarrow{AM}+3\overrightarrow{BM}=\vec{u}$ ou encore construire le point G tel que $a\,\overrightarrow{GA}+b\,\overrightarrow{GB}+g\,\overrightarrow{GC}=\vec{0}$, …) n'ont pas d'avenir dans ce programme.
- En STI2D le programme incite fortement à exploiter des situations issues des sciences et technologie qui nécessitent du calcul vectoriel dans un cadre non repéré.

Trigonométrie

Les élèves sortent de seconde sans connaître le radian. Ils ont simplement été familiarisés à l'enroulement de la droite numérique sur le cercle trigonométrique.

On se limitera aux deux équations trigonométriques données par le programme : $\cos(kx) = a$ et $\sin(kx) = b$. Dans ce cadre, on travaille la maîtrise du cercle trigonométrie (par exemple, représenter sur le cercle trigonométrique les points repérés par les solutions). A cet effet, on travaille le passage du $kx = a$ à 2π près à $x = a/k$ à $2\pi/k$ près.

Pour ce qui concerne les angles orientés, la relation de Chasles est admise. L'idée est de ne donner que ce qui est vraiment nécessaire pour arriver à déterminer une mesure de $a - b$, $a + b$, ka connaissant celles de a et b. Il n'y a pas de réinvestissement des angles puisque les rotations et les similitudes ne sont plus étudiées. Les angles sont soient donnés, soit lisibles sur la figure.

Produit scalaire

Prérequis à construire : la norme d'un vecteur. Les élèves en sortant de seconde savent seulement calculer la distance entre deux points.

Ni le théorème d'Al Kashi, ni le théorème de la médiane ne sont des attendus du programme. Les transformations de MA^2+MB^2, MA^2-MB^2, MA.MB etc ne le sont pas non plus.….

Le produit scalaire sert essentiellement pour des calculs de longueurs et d'angles dans des cas simples, pour déterminer des équations de droites, de cercle et pour établir les formules de trigonométrie en S.

Les élèves doivent être capables de choisir la forme du produit scalaire la mieux adaptée à l'exercice posé.

3. Statistique et probabilités

L'objectif est surtout de **former les élèves à une démarche statistique** et à l'exploitation de quelques outils pour le calcul de probabilités. L'apprentissage est plutôt à penser sur la durée, en fil rouge. En effet, les situations d'évaluation sont extrêmement « pauvres » en regard du travail conduit pour familiariser les élèves aux notions à étudier.

Le travail s'inscrit dans la continuité de celui mené en seconde. On attend des élèves, au sortir de la seconde, qu'ils sachent modéliser avec un tableur une expérience aléatoire simple de façon autonome.

C. Identifier les incontournables d'une habileté calculatoire

Les contenus des nouveaux programmes ainsi que les nouveaux outils plus facilement accessibles (logiciels de calcul formel, grapheurs, logiciels de géométrie dynamique, calculatrices, …) modifient les niveaux d'exigence quand ils ne font pas disparaître complètement certains types d'exercices.

Il est nécessaire que les élèves acquièrent une certaine aisance dans les processus opératoires afin de ne pas être freinés par des obstacles techniques lors de la résolution d'un problème. Pour cela, il faut identifier les incontournables à maîtriser par tout élève.

Le document présenté en annexe illustre ce propos.

D. Doter les élèves d'outils

Dans les séries ES&L et STI2D&STL, il est très clairement conseillé **ne pas consacrer trop de temps à l'appropriation des outils** : l'objectif visé consiste à **doter efficacement les élèves des outils leur permettant de résoudre des problèmes.**

En S l'objectif est un peu différent car le travail conduit à l'occasion de l'introduction de certaines notions doit permettre aux élèves de s'approprier quelques démonstrations pointées comme ayant valeur de généralités et qu'ils pourront reproduire ou adapter dans le cadre d'une autre démonstration.
Une spécificité de la série S relativement aux autres est qu'elle vise à renforcer un apprentissage de la démonstration.

Mais comment peut-on doter les élèves d'outils en évitant deux extrêmes :

- **leur donner directement les outils et puis les leur faire appliquer** (mais alors à quoi sert le professeur de mathématiques : les utilisateurs des mathématiques peuvent aussi donner les résultats qu'ils utilisent dans leur discipline) ;
- **tout démontrer au risque de noyer les élèves** ?

En ES&L et STI2D&STL, et parfois aussi en S, les programmes engagent à

- Prendre appui sur les outils logiciels <u>pour faciliter la compréhension</u> des choses (par exemple en analyse l'introduction du nombre dérivé et de la fonction dérivée, en probabilités et statistiques l'utilisation des simulations).
- <u>Donner à comprendre le principe</u> sur des cas simples et puis admettre la généralisation et déléguer les cas plus compliqués à l'outil informatique (par exemple : en ES&L, les élèves déterminent avec un arbre la loi de probabilité d'une loi binomiale pour $n \leq 4$ puis la formule est généralisée et on utilise un logiciel pour calculer les coefficients du binôme.)
- <u>Se limiter à faire faire aux élèves une conjecture</u> et puis faire admettre le résultat (par exemple **dans les trois séries** l'espérance d'une loi binomiale est conjecturée, le professeur ayant au préalable programmé la loi et le calcul de l'espérance). Dans un deuxième temps on conforte expérimentalement ce résultat en faisant des simulations de la loi binomiale. (démarche très proche de celle des physiciens)

EN S

Le programme de la série S ne demande pas la construction de bout en bout de toutes les notions.
On peut s'en tenir assez souvent

- à une approche intuitive pour donner à comprendre
- à présenter le principe d'une preuve sans la conduire jusqu'au bout

Par exemple il n'est pas attendu de démontrer les résultats concernant la dérivée d'une somme, d'un produit, d'un quotient. Le programme conseille pour le produit d'en présenter seulement le principe.

En revanche dans cette série des démonstrations ayant valeur de généralité doivent être travaillées et maîtrisées par les élèves.

En première S :

10 démonstrations sont repérées comme ayant valeur de généralité

- 6 sont exigibles (on les trouve dans la colonne capacités attendues) : 3 en analyse et 3 en géométrie
- 4 sont à faire en classe mais ne font pas partie des capacités attendues des élèves : 1 en analyse, 2 en géométrie et 1 en probabilités et statistique

En terminale S

17 démonstrations sont repérées comme ayant valeur de généralités

- 8 en analyse (dont 4 exigibles)
- 3 en géométrie (dont 2 exigibles)
- 6 en probabilités et statistique (dont 4 exigibles)

Ces démonstrations présentent de l'intérêt pour la formation des élèves à des titres différents.

Bien remarquer que les démonstrations en analyse sont une nouveauté pour les élèves arrivant en première. En seconde, les démonstrations ont en effet été remplacées par un travail sur la résolution de problèmes.

1. Apprendre des démonstrations pour ancrer des résultats qui pourront être réinvestis

Exemple 1 : Démontrer que la fonction racine carrée est croissante sur [0 ;+∞ [

Plusieurs intérêts possibles à cette démonstration :

- Consolider la caractérisation d'une fonction croissante sur un intervalle (on peut le travailler avec la fonction carré) en allant jusqu'à faire un peu de travail **sur le raisonnement logique** :
  « dire que la fonction carré est strictement croissante sur [*0 ;* +¥ [*signifie que deux nombres positifs sont rangés dans le même ordre que leurs carrés »*
  Autrement dit, passer d'une simple implication à une équivalence logique en établissant que si on connaît l'ordre des carrés de deux nombre positifs, on connaît l'ordre de ces deux nombres.
  Puisqu'on connaît l'ordre dans lequel sont rangés deux nombres positifs a et b, carrés respectifs de leur racines carrées, on en déduit le sens de variation de la fonction racine carrée
  On peut à cette occasion redémontrer que la fonction carré est strictement croissante sur IR+

- Consolider le fait que comparer deux nombres revient à étudier le signe de leur différence
  →détermination du signe de $\sqrt{a}-\sqrt{b}$ en mobilisant l'expression conjuguée

Ces deux **points seront très précieux durablement, tout particulièrement** en terminale pour étudier le signe d'expression du genre $e^x - 2$ qui, puisque la fonction exp est strictement croissante est le même que celui de $x - \ln 2$.

Exemple 2 : Justifier la position relative des courbes représentatives des fonctions $x \longrightarrow x$, carré et racine carrée

La démonstration se fait dans le cas particulier de trois fonctions données mais présente l'intérêt **d'ancrer une stratégie permettant de comparer la position relative de deux courbes**.

1. Apprendre des stratégies classiques de démonstration

Par exemple *: Utiliser la condition de colinéarité de deux vecteurs pour obtenir une équation cartésienne de droite.*
L'objectif prioritaire est ici que l'élève soit capable de mettre en œuvre le modèle particulier de stratégie utile pour déterminer une équation cartésienne de droite dans un cas particulier.
La démonstration doit être cependant faite dans le cas général. On peut *a priori* penser qu'au BAC, la logique voudrait que ce type de démonstration soit contextualisé, mais on ne peut pas en être certain.

2. Des démonstrations conseillées mais non exigibles

Exemple 1: *On nourrit la diversité des raisonnements travaillés dans les classes précédentes en montrant à l'aide de contre-exemples que l'on ne peut pas énoncer de règles générales donnant le sens de variation de la somme …*

On aimerait que les élèves, confrontés à une question du type : *Que pouvez-vous dire concernant le sens de variation de la somme de deux fonctions monotones sur IR,* spontanément fassent des essais et concluent que les (contre)-exemples trouvés prouvent qu'on ne peut rien affirmer de général.
Attention : les élèves n'ont pas une maîtrise suffisante des opérations sur les inégalités pour démontrer la propriété de la somme de deux fonctions croissantes.

Exemple 2: *démonstration du théorème de la médiane.*
C'est essentiellement la méthode utilisée (décomposition des vecteurs pour pouvoir mobiliser le produit scalaire afin d'établir l'égalité) qui est le raisonnement à travailler plus que le résultat du théorème lui-même qui ne fait pas partie des attendus.

E Construire des acquis pérennes

1. Questionner le moment de la formalisation sous la forme générale

Les élèves comprennent plus facilement une formalisation générale quand ils ont pu s'approprier les choses auparavant sur des exemples. « La compréhension doit précéder la formalisation ».
La formalisation sous une forme générale n'est à proposer que lorsque les élèves ont pu s'en approprier le principe ou en percevoir le principe général sur des exemples.
Si certaines formalisations peuvent venir assez vite (il faut par exemple que résoudre une équation du second degré ne soit pas un problème), il peut en revanche être très fructueux d'attendre un moment avant de proposer certaines formalisations ou propriétés générales voire d'éviter même de les donner.

Quelques exemples :

Signe d'un trinôme de degré 2
Plutôt que de formaliser de suite des règles du type :
Si D>0 alors P s'annule deux fois en x_1 et x_2 et P(x) est du signe de a à l'extérieur des racines et du signe de - a à l'intérieur, si D =0 alors …, si D< 0, …
laisser pendant un moment les élèves dessiner des paraboles en codant l'information connue ou exploiter un dessin obtenu avec la calculatrice et raisonner sur ces dessins permet que la règle arrive quand finalement la plupart d'entre eux ont compris.

Le même type de raisonnement peut se tenir avec le signe de $ax + b$. Beaucoup d'élèves ne sollicitent plus que leur mémoire et finissent par se perdre entre les *–b/a* et « cela commence par signe de *a* ou celui de *–a* ?» alors que tracer l'allure d'une droite très souvent leur suffit.

Équation de la tangente à une courbe en un point
Aucune mention de l'équation générique de la tangente ne figure dans aucun programme.
Faut-il que les élèves apprennent par cœur une formule $y = f'(a)(x-a) + f(a)$ ou est-il préférable qu'ils la remobilisent avec les outils dont ils disposent. Par exemple :

> Je sais que l'équation réduite d'une droite est de la forme $y = mx + p$
> Le coefficient directeur de la tangente au point A d'abscisse a est $f'(a)$, donc la tangente a une équation de la forme $y = f'(a)\,x + p$ et comme cette tangente passe par A, j'en déduis facilement p .

Quand les élèves apprennent la formule, ils la remobilisent, pour les pus fragiles, parfois de façon erronée :

$$y = f'(x)(x-a) + f(a) \text{ ou } y = f'(a)(x-a) + f(x)$$

sans prendre conscience qu'ils n'obtiennent même pas alors une équation de droite. Dans ce cas raisonnent-ils ?

Un autre travers est que la tangente n'existe que par son équation et les élèves arrivent à calculer systématiquement une équation alors que par exemple, on ne pourrait seulement avoir besoin du nombre dérivé come par exemple pour des problèmes de raccordement.

En S : *Équation de cercles*
Il est préférable de faire travailler le raisonnement : un point M(x, y) appartient au cercle de centre Ω et de rayon r si, et seulement si, $\Omega M = r$ c'est à dire si, et seulement si, $\Omega M^2 = r^2$ et donc si, et seulement si, $(x - x_\Omega)^2 + (y - y_\Omega)^2 = r^2$, plutôt que de chercher à faire apprendre directement la formule $(x - x_\Omega)^2 + (y - y_\Omega)^2 = r^2$.
En effet un élève, qui a eu la possibilité de mobiliser à plusieurs reprises le raisonnement, est ensuite capable de donner directement la formule parce qu'il a compris d'où elle vient. Si sa mémoire flanche, il est capable de retrouver la formule grâce au raisonnement.
Les élèves gagnent ainsi en autonomie et ils remobiliseront facilement le raisonnement pour l'équation d'une sphère en TS.

Conséquence :
Il faut bien faire la part entre les formules qu'il faut savoir (résolution d'une équation de degré 2, dérivée des fonctions usuelles, d'une somme, d'un produit, d'un quotient) et les résultats généraux dont on peut se passer car on va aussi vite dans le cadre d'une résolution de problème en conduisant un petit raisonnement (le signe d'un trinôme, le signe de $ax + b$, …)

2. Remobiliser de façon fréquente, et dans la durée, ce qu'il faut que les élèves retiennent de façon pérenne.

L'idée est de ne pas y passer globalement plus de temps mais de faire en sorte que ces incontournables soient sollicités sur une période la plus longue possible. Une pratique qui permet d'atteindre cet objectif : **les activités rapides**. En effet, elles permettent :

- détecter les besoins en « musculation »
- de réactiver en amont les prérequis nécessaires à l'introduction d'une nouvelle notion pour faciliter l'entrée dans les apprentissages visés
- de mobiliser dans la durée les incontournables
- de traiter par petites touches des notions délicates.

Détecter les automatismes qui manquent de robustesse
Les activités rapides peuvent permettre de tester par exemple tout ce qui relève de l'habileté calculatoire incontournable (en prévoyant une question défi pour les plus experts)
Réponse possible aux besoins identifiés : des « gammes » qui peuvent être proposés en DM, dans le cadre d'un soutien en AP, pendant un temps en classe différencié, etc …

Remobiliser

- les acquis sur le second degré : *variations d'une fonction dont l'expression est mise sous forme canonique ou factorisée*
- les savoirs relatifs aux droites : *coefficient directeur, équation réduite, lecture graphique*
- les savoir-faire de seconde sur les vecteurs : *calculs de coordonnées, vecteurs colinéaires ou non, …*

Préparer l'introduction d'une notion

Exemple sur les suites :

- J'ai une suite de nombres que j'ai numérotés :

u_1	u_2	u_3	u_4
1	4	7	10

Si je suis dans le cas d'une suite logique, quelle est la valeur de u_{10} ?

- v_1, v_2,v_3, ….désigne une suite de nombres. Comment noter le suivant de v_k ? le précédent ?
- On note w_1, w_2, w_3, …. une suite de nombres. Proposer une formule qui indique que chaque terme de cette suite est le double de son précédent.

Installer durablement les notions

Exemple en trigonométrie

Se familiariser avec le radian

Travailler les valeurs des cosinus et sinus classiques.

En analyse

Le calcul de dérivées

L'aisance en calcul algébrique :

Exemples : signe de $x^2 + 2x$, $3 + x^2$, $(x - 1)^2 - 4$, $(2x - 5)^2$, $9 - x^2$, $7 - 4x$, $\dfrac{6}{x-1}$, $x^2 - x + 3$, $x^2 - 4x + 3$

Familiariser petit à petit

Par exemple

- En S, familiarisation avec le symbole $\sum$
- Dans toutes les séries au niveau de l'algorithmique
  - confronter à un algorithme écrit en langage naturel
  - demander de modifier un algorithme, une formule de tableur
- Revenir par petites touches sur les quantifications

Les activités rapides sont une occasion toute trouvée de mettre les élèves en activités de recherche, sur des temps courts.

3. Introduire les notions avec comme focale les problèmes qu'elles permettront de résoudre plutôt qu'animé par l'envie de faire le tour de la question.

Les élèves construisent des acquis plus solides sur une notion si on a la possibilité d'y revenir plusieurs fois durant l'année. Il est donc préférable de ne pas épuiser un sujet en le traitant de A jusqu'à Z et de trouver plutôt des manières de compléter l'étude en y revenant à plusieurs reprises. Pour autant il faut que les élèves soient suffisamment outillés pour résoudre des problèmes.

Une boussole :

Se demander quelles sont les ressources dont les élèves ont besoin pour répondre des problèmes ?

Concevoir les progressions davantage autour des problèmes et moins exclusivement autour des notions.

Une proposition pour traiter dans la durée la dérivation :

***Pourquoi* ?**

<u>Une exigence</u> : l'acquisition du concept de dérivée est un point fondamental du programme de première

Un cadre : résolution de problèmes (modélisation, optimisation, …)

<u>Un constat</u> : les élèves arrivent avec moins d'aisance calculatoire

Comment ?

Une suggestion de programmation en trois passages qui présente l'intérêt, dans un premier temps, d'occulter les problèmes techniques de calcul de taux et de limite de taux.

<u>Passage n°1</u>

<u>Temps n°1</u> : Faire comprendre la notion de nombre dérivé

→ Coefficient directeur de la tangente à la courbe en un point donné

→ Accroissement « instantané » de la fonction

→ …

Préparer le terrain avec les activités rapides : calcul et lectures de coefficients directeurs de droites, notion de vitesse moyenne (pour glisser vers la vitesse instantanée, …), écart entre $f(3)$ et $f(2)$, entre $f(2+h)$, et $f(2)$, ……

<u>Temps n°2</u> : Travailler exclusivement le sens et aller très vite sur

- le lien avec le sens de variation d'une fonction pour étudier des problèmes,
- associer très vite à une fonction, sa fonction dérivée (Simplement **donner à voir** les choses concrètement tout particulièrement avec l'aide des logiciels).

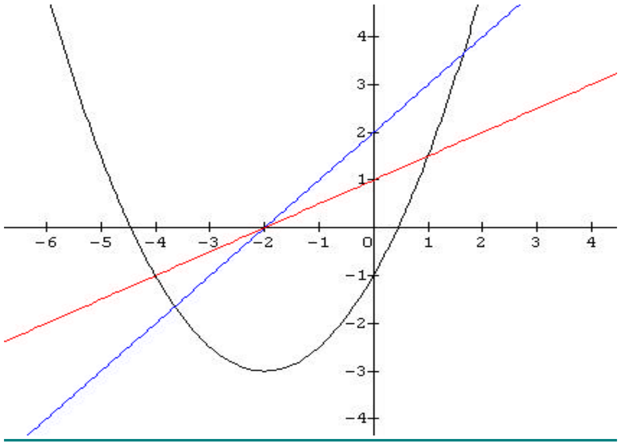
Comment :

- On travaille sur la notion de nombre dérivé-coefficient directeur de tangente sans lier ce travail au calcul des nombres dérivés. Quelques exemples :
  - → Tracés de courbes définies point par point avec les coefficients directeurs de tangentes
  - → Travailler la compréhension du fait qu'à une fonction on associe une autre fonction : celle qui associe à tout nombre, le coefficient directeur de la tangente
  - → Travailler la compréhension de la notion de fonction dérivée : Existe-t-il des fonctions dérivables croissantes dont la fonction dérivée est décroissante ?
  - → On donne la fonction dérivée sans connaître la fonction initiale, on essaie de trouver des renseignements sur la fonction. (pour traiter cela il faut que les élèves aient compris la notion de fonction dérivée)

    Ex : f est dérivable sur $]0,+\infty[$ et pour tout $x > 0$, $f'(x)=1/x$.
  - → Des raisonnements sur les courbes (pour traiter cela il faut que les élèves aient compris la notion de fonction dérivée)

    *Sur le schéma ci-dessous sont représentées les fonctions f, g et h définies sur **R** respectivement par :*

    $f(x) = 0{,}5x^2 + 2x - 1$; $g(x) = x + 2$; $h(x) = 0{,}5x + 1$



Laquelle des fonctions g ou h est la dérivée de la fonction f ?

Si les élèves n'ont pas d'autre alternative que de dériver, comme ils ne savent pas encore le faire, on leur donne la dérivée.

Temps n°3 : Confronter les élèves à des problèmes qui nécessitent de connaître le sens de variation d'une fonction. Il s'agit de problèmes variés (y compris empruntés aux autres disciplines) dans lesquels on est amené à modéliser une situation par une fonction.

- Si la fonction est d'un type connu (2nd degré), l'élève est outillé pour étudier cette fonction
- Si en première S la fonction est du type $\sqrt{u}$ ou $1/u$, avec u une fonction connue, l'élève est en capacité d'étudier les variations de la fonction.
- Sinon, dans toute série, l'élève sait qu'il existe, liée à cette fonction, la fonction dérivée qui traduit « l'accroissement » de cette fonction. Soit il demande à un logiciel de la calculer (Geogebra peut le faire), soit le professeur donne cette fonction.

Quelques remarques

→ On peut ainsi très vite remobiliser le second degré avec des études de signes

→ On peut travailler le calcul algébrique sans cumuler trop de difficultés en même temps : l'élève se concentre sur l'expression à obtenir pour mener une étude de signe ;

Un exemple (très classique !)

Un volume de boîte ans couvercle qui se modélise sur [0 ; 12] par : $f(x) = 4x^3 - 96x^2 + 576x$

x étant la hauteur de la boite.

On donne la dérivée : pour tout x de [0 ;12], $f'(x) = 12x^2 - 192x + 576$

On remobilise les connaissances sur le second degré. Il s'agit de déterminer le signe de f'

Les valeurs numériques qui interviennent ne facilitent pas le recours à la représentation graphique.

Recours au traitement algébrique :

Passage n°2

On commence à construire l'autonomie des élèves face au calcul de dérivées.

On apprend aux élèves comment obtenir par eux-mêmes l'expression du nombre dérivé d'une famille de fonctions (**pas nécessairement tous les types de fonction d'un coup** !).

Par exemple : le calcul de la dérivée d'une fonction polynôme.

Passage n°3

On finalise l'attendu au niveau du calcul de dérivées.

Par exemple : le produit et le quotient

Comment établir les résultats ?

- **En STI2D&STL, ES&L**

On peut

- faire conjecturer des résultats,
- établir quelques résultats,
- admettre très vite les propriétés.

Une priorité : outiller les élèves pour qu'ils résolvent des problèmes.
Entretenir via les activités rapides : musculation

- **En S :**

On établit certains résultats permettant de calculer des nombres dérivés,
On présente le principe permettant d'en obtenir d'autres (dérivée d'une somme, d'un produit,…)
Aucun attendu de maitrise de démonstration.

Des attendus explicités

Savoir calculer des dérivées dans les cas simples.
Encouragement à mobiliser les logiciels de calcul formel dans les cas plus compliqués.

Questions réponses

- **Doit-on demander à un élève de 1S de savoir redémontrer la formule donnant le nombre dérivé en un réel quelconque de la fonction carré ? de la fonction inverse ? de la fonction racine ?**

  L'attendu est que les élèves aient compris le principe de la démarche. On peut demander de redémontrer un résultat établi sur un cas particulier (par exemple, nombre dérivé en 3 de la fonction carré), et proposer à ceux qui sont plus à l'aise de traiter le cas général.

- **Doit-on étudier la dérivabilité en 0 de racine et de la fonction valeur absolue ?**

  Oui, ce sont deux exemples génériques de non dérivabilité. On n'attend pas de démonstration de la part des élèves sur ces points. La notion de limite n'est pas installée.

- **Qu'en est-il de la dérivabilité d'une fonction ? Quel attendu de rédaction ?**

  Deux points nouveaux :

  → Il n'y a plus dans le programme de seconde, ni dans celui de première une quelconque mention de l'ensemble de définition d'une fonction.

  → Il n'y a plus de travail sur les opérations dans l'ensemble de fonctions. Dans les généralités, on n'étudie plus la somme de deux fonctions, la notion de composée n'est plus au programme.

En conséquence, on n'attend pas des élèves qu'ils justifient la dérivabilité d'une fonction ni qu'ils donnent l'ensemble de définition de la dérivée.

Des intitulés du type :

Préciser sur quelle partie de IR la fonction *f* est dérivable et calculer *f'*(*x*). 1. $f(x)=4x\,(x+5)$ 2. $f(x)=x^2(x-\sqrt{x})$ 3. $f(x)=\dfrac{2\sqrt{x}+3}{x}$

sont hors programme.

Exemples d'intitulés ne posant pas de problème :
f désigne une fonction définie et dérivable sur un intervalle I, de dérivée *f'*. Calculer *f'* (*x*) pour tout *x* de I.
ou
f désigne une fonction définie sur un intervalle I. Calculer *f'* (*x*) pour tout *x* de I.

Dérivable sur I veut dire qu'on peut calculer le nombre dérivé en tout réel de I.
En première, on n'étudie pas la dérivée en un point pathologique. Les élèves ne sont pas outillés pour.

F Les statistiques et probabilités

Les contenus des animations ont pris appui sur le **document ressource pour la classe de première générale et technologique - Statistiques et Probabilité - publié par la DGESCO** http://eduscol.education.fr disponible également sur le site pédagogique de l'académie de Nantes.

Remarque :
Le document ressource pour la classe terminale générale et technologique - Statistiques et Probabilité - publié par la DGESCO est également disponible.

Annexe

Incontournables à construire au niveau du calcul

	Énoncé	Quand donner l'exercice ? En activité rapide	En séance d'exercice	soutien	approfondissement	En DM	Dépasse l'attendu des programmes
1	Déterminer les coordonnées du sommet de la parabole d'équation $y = x^2 - 4x + 5$ La mise sous forme canonique n'est un attendu qu'en première S. Mais les élèves ont à leur disposition bien d'autres stratégies pour traiter cette question.	X	X	X		X	
2	Mettre le polynôme $f(x) = x^3 - 3x^2 + 2x$ sous forme d'un produit de trois polynômes de degré 1. Les élèves n'ont pas beaucoup été entrainés à factoriser depuis le collège. Il est donc important de renforcer cet entrainement. Savoir factoriser par x fait partie des incontournables. Mais aucune théorie sur les polynômes n'est au programme.		X		X		
3	Pour tout réel m, on considère la parabole notée P_m d'équation : $y = 2x^2 - 6mx + 12m$. 1. Tracer P_1 et P_2 sur le même graphique. 2. Démontre qu'un même point A appartient à toutes les paraboles. Travail possible sur la quantification universelle surtout si la question est posée sous une forme plus ouverte. Cela peut être fructueux en série S					X pour certains	X
4	Mettre sous la forme canonique $3x^2 + x - 4$ Virtuosité calculatoire non attendue				X	X	
5	Résoudre les équations : 1. $2x^2 - 12x + 18 = 0$ 2. $x^2 + x - 6 = 0$ 3. $3x^2 - 4x = 0$ 4. $3x^2 + \sqrt{2}x + 6 = 0$ 5. $\sqrt{x+4} = x + 1$ 6. $x^4 - 8x^2 - 9 = 0$ Savoir résoudre une équation du second degré est un exigible de tous les programmes. Il serait bien que la diversité des stratégies soit cultivée. Une équation telle la 5 peut offrir une occasion intéressante de travailler des raisonnements par CN puis CS. Cela peut être très fructueux en série S mais avec certains élèves seulement.	1 à 4	1 à 4	1à 4	5et 6		5 et 6

6	Exprimer sans racine carrée au dénominateur : 1. $\frac{1}{\sqrt{2}-1}$ 2. $\frac{3}{\sqrt{x^2+4}-1}$ La stratégie de l'expression conjuguée va être réinvestie (nombres complexes conjugués) . Cela prépare le terrain. Délicat. De l'ordre de la différenciation. Ne pas en viser une maîtrise systématique, même en S						X
7	Résoudre les (in)équations suivantes : 1. $\|x\| = 3$ 2. $\|x\| < 1$ 3. $\|x\| = \sqrt{2} - 1$ 4. $\|x\| = -2$ 5. $\|2 + x\| = 3$ 6. $\|x - 1\| < 3$	1 à 4	1 à 4	1à 4			5 et 6
8	Préciser sur quelle partie de l'ensemble des réels *f* est dérivable et calculer *f'*(*x*). Il n'y a pas de définition de la limite dans les programmes et donc pas de possibilité pour un élève de justifier par lui-même qu'une fonction est ou n'est pas dérivable. Donc aucune recherche d'ensemble de dérivabilité n'est attendue. En revanche les calculs de dérivés en eux mêmes peuvent avoir de l'intérêt 4. $f(x) = 4x(x+5)$ 5. $f(x) = x^3(x - \sqrt{x})$ 6. $f(x) = \frac{2\sqrt{x}+3}{x}$						
9	Déterminer les réels *a* et *b* tels que : $(x+3)(ax+b) = 2x^2 + 5x - 3$ Question qui peut permettre de travailler le « Apprendre à chercher ». Attention toutefois. Même en S il n'y a aucune théorie sur les polynômes au programme et en particulier il n'y a rien sur l'identification des polynômes.	(X)	X		X		
10	Résoudre $\sqrt{x+1} = x - 2$ Occasion intéressante (et pas fréquente) de travailler des raisonnements par CN puis CS. Cela peut être très fructueux en série S mais seulement avec certains élèves.				X		X
11	Résoudre $\frac{-2x}{x+1} > \frac{4x+3}{x-2}$ Cela peut faire l'objet d'un problème mais une résolution autonome n'est pas un attendu. En revanche savoir étudier suivant les valeurs de *x* le signe d'une expression du type $1-\frac{1}{x^2}$ doit devenir un automatisme. Pour en construire la maîtrise il est important d'y revenir souvent.				X		X

12	Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes : 1. $\sin t = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 2. $\cos t = -\frac{\sqrt{5}}{2}$ 3. $\sin t > 0{,}5$ 4. $\sin(3t) = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 5. $\cos(2t) = \cos(t - \frac{\pi}{4})$ La maîtrise du cercle trigonométrique n'est pas installée en 2nd. Elle est donc à travailler en S et en STI2D. Par exemple trouver tous les nombres t tels que $3t = \frac{p}{4} + 2kp$	1,2	1,2,3	1,2	3,4	1 à 4	5
13	Dans chaque cas, déterminer si la suite converge en précisant sa limite éventuelle : $u_n = 1 + \frac{1}{n+1}$; $v_n = (-1)^n \times n$; $w_n = n - \frac{1}{n+1}$ Hors programme. Il n'y a pas définition de la convergence dans les programmes de ES&L, STI2D et S						X
14	Résoudre dans]-p ; p] les équations : 1. $2\sin^2 t - 3\sin t + 1 = 0$ 2. $2\cos^2 t - 3\sqrt{3}\cos t + 3 = 0$				X		X