# Évolution de l'enseignement des mathématiques en BTS et évaluation par CCF

*Document rédigé l'année scolaire 2014-2015 par l'inspection pédagogique de mathématiques de Nantes.*



## I. Les évolutions de l'enseignement en STS (depuis ces trois dernières années)

### 1. Éléments sur la particularité voire les difficultés de l'enseignement des mathématiques en BTS

Depuis plusieurs années les classes de BTS accueillent un public constitué d'étudiants ayant eu des parcours mathématiques de plus en plus divers : des élèves ayant suivi une série technologique (STI2D ou STMG), une formation en lycée professionnel (Bac pro) ou une formation en apprentissage et, en revanche, de moins en moins d'élèves ayant suivi une formation en série générale (BAC S). Il en résulte une grande hétérogénéité liée à la grande diversité des acquis en mathématiques de ces élèves et de la nature de la formation en mathématiques reçue.

**Un impératif s'impose donc : faire fonctionner une classe porteuse d'une grande diversité tout en gardant toute l'ambition voulue pour chaque étudiant.**

Cet impératif, qui est, et a toujours été, celui de tout professeur vis à vis de ses élèves, doit toutefois engager à questionner, voire requestionner, l'ambition à viser.

Il est en effet nécessaire, encore plus aujourd'hui que par le passé, de s'autoriser à envisager une diversité de réussites pour les étudiants d'une même classe de BTS.

### Une question clef pour tout professeur de BTS : Qu'est-ce que faire réussir un étudiant de BTS ?

La réponse est **: Faire progresser chaque étudiant dans la maîtrise des 6 compétences suivantes**

- **S'informer**
- **Chercher**
- **Modéliser**
- **Raisonner argumenter**
- **Calculer, illustrer et mettre en œuvre une stratégie**
- **Communiquer**

### Mais alors quelle ambition tenir pour chaque étudiant de BTS ?

Donner à tout étudiant la possibilité de

- se **former grâce à** l'enseignement des mathématiques (et donc qu'il puisse **apprendre à réfléchir, à réagir sainement face à un problème, à faire preuve d'autonomie et d'initiative**)

➔ Les élèves doivent donc être très régulièrement confrontés à de la résolution de problèmes posés sous une forme ouverte.

- progresser dans sa maîtrise des concepts mathématiques visés par les programmes, de construire des savoirs et savoir-faire mathématiques qu'il doit être **en capacité de remobiliser de façon autonome dans d'autres champs disciplinaires.**

➔ Les mathématiques visent à doter les étudiants d'outils opérants pour résoudre des situations proches de celles auxquelles ils seront confrontés dans leur vie professionnelle.

## 2. Éclairage sur les évolutions des attendus de formation induits par les nouveaux programmes de BTS

**Comment parvenir à atteindre cet objectif ambitieux de formation pour chaque étudiant ?**

## Quelques éléments facilitateurs :

1°) Les programmes de BTS ont été tout dernièrement réécrits mais cette réécriture relève plus d'une évolution que d'une véritable remise à plat. Toutefois, dans de nombreux modules, les attendus en terme de savoir-faire purement techniques ont été réduits et explicités. La place du numérique dans notre société et surtout dans le monde du travail (n'oublions pas que l'on forme des bac+2) rend nécessaire ces évolutions majeures. Il est donc important de bien repérer ces allègements et d'en tenir compte pour gérer plus aisément la tension entre des publics d'élèves différents et pouvoir garder le temps et l'énergie voulus pour viser les objectifs indiqués plus haut.

2°) Les contenus et capacités attendues explicités dans les différents modules du programme ne sont à voir **que comme le terreau** permettant de travailler et de faire construire ces compétences prioritaires.

**Attention :** viser la maîtrise de **tous** les contenus et/ou de **toutes** les capacités attendus par les programmes peut, pour un nombre non négligeable d'élèves, aller à l'encontre de cet objectif prioritaire de formation. Bien garder en mémoire la nature de l'ambition à tenir pour chaque étudiant.

3°) L'environnement numérique actuel permet de modifier aussi bien la nature de l'apprentissage que celle de l'activité mathématique.

Par exemple on peut, grâce notamment au logiciel GeoGebra, obtenir les solutions de toutes les équations différentielles du programme et visualiser les effets de la modification d'un paramètre sur l'allure de la courbe représentative d'une fonction solution.

La mise à disposition des potentialités de ces logiciels (libres de droit) change du tout au tout la manière dont les étudiants peuvent aborder la résolution d'un problème.

## Quelles pratiques pédagogiques privilégier ?

- Donner une place réduite au cours (qui doit se limiter à doter les étudiants des outils mathématiques dont les techniciens auront besoin pour traiter les situations professionnelles auxquelles ils seront confrontés) en privilégiant des approches concrètes et inductives qui mettent en évidence l'utilité des outils. Il est tout à fait possible d'admettre certains résultats, la priorité étant de faire acquérir aux élèves **un noyau de connaissances solides,** en particulier celles qui sont directement utilisées dans les autres enseignements scientifiques, techniques et professionnelles.

- Accorder moins de place à la technique et envisager cette acquisition dans une dynamique de différenciation pédagogique.

  Plus l'étudiant a des aptitudes en mathématiques, plus cette maîtrise technique est à rechercher pour lui : il peut tout particulièrement en avoir besoin s'il souhaite poursuivre en école d'ingénieur. Mais si l'étudiant n'a pas de facilités en mathématiques, la priorité à se donner pour lui est ailleurs.

- Consacrer l'essentiel du temps d'apprentissage en classe aux TP et TD informatique, (pourquoi ne pas encourager les élèves à utiliser en classe leur portable personnel, quand ils en ont un ?) pour privilégier une utilisation en situation des outils, l'interprétation de résultats, l'exercice de l'esprit critique.

L'objectif prioritaire de la formation consiste à développer la capacité à mobiliser les outils pour résoudre des problèmes issus de secteurs variés des mathématiques et des autres disciplines.

- Faire évoluer l'évaluation dans la dynamique impulsée par la mise en œuvre du CCF (voir paragraphe suivant)

**Une stratégie pour réaliser plus aisément tout cela : recentrer les priorités sur les objectifs d'apprentissage attendus (ils sont décrits plus haut) et décliner les notions attendues en parcours de formation intégrant des objectifs intermédiaires**

Pour ce faire définir pour chaque module ou notion
- un noyau central que l'on appellera « le noyau du noyau »
- le souhaitable (la périphérie du noyau)
- un « pour aller plus loin ».

**Exemple de la dérivation :**

**Le noyau du noyau** : (avoir construit le sens)

- avoir compris ce que représentent le nombre dérivé et l'ensemble des nombres dérivés et l'information dont ils sont porteurs
- être capable d'exploiter les renseignements donnés par une dérivée
- être capable d'avoir recours à la dérivée de façon autonome dans une situation
- être capable d'obtenir les infos voulues sur la dérivée, quelle que soit la stratégie utilisée (*experte ou non)*
- savoir reconnaitre des fonctions et des dérivées dans un contexte non mathématique

**À la périphérie du noyau :**

- une maîtrise technique de calcul dans des cas simples et la maîtrise d'un logiciel pour s'en sortir dans des situations un peu moins simples

**Pour permettre à certains étudiants d'aller plus loin :**

- l'intelligence du calcul
- une maîtrise calculatoire plus aboutie

**Exemple des équations différentielles :**

**Le noyau du noyau**

- Comprendre ce qu'est une équation différentielle : dans un contexte physique ; qu'elle met en relation une fonction, sa dérivée, éventuellement sa dérivée seconde ; que les solutions sont des fonctions et qu'il existe souvent une famille de solutions.
- **Savoir comment** vérifier qu'une fonction est solution d'une équation différentielle
- Savoir représenter les solutions d'une équation différentielle avec un logiciel
- Savoir résoudre une équation différentielle avec un logiciel

**À la périphérie du noyau :**

- **Être capable techniquement** de vérifier qu'une fonction est solution
- Résoudre à la main dans les cas simples

**Pour permettre à certains étudiants d'aller plus loin :**

- Idem, avec une maîtrise technique plus grande et en autonomie.

L'exercice, conduit lors des journées d'animation pédagogiques, met en évidence que le consensus construit au sein du groupe rejoint ce qui avait été anticipé lors des préparations des journées.

Cela prouve qu'une fois que les boussoles sont partagées, les priorités se dessinent bien.

**Conséquences :**

- Une maîtrise technique recentrée sur des cas simples
- Exploitation accrue des outils pour :
    - l'étude de cas plus complexes
    - donner du sens
    - faciliter la résolution de problème
    - élargir les cadres du traitement des problèmes
    - faire varier les paramètres et interpréter les résultats
- Une pratique qui donne une large place aux TP
    - pour familiariser les étudiants à la démarche de résolution de problème, facilitée par l'exploitation des potentialités des outils numériques
    - pour construire l'autonomie des étudiants dans cette démarche.

# II. L'évaluation par CCF

## 1. La philosophie et les principes du CCF

L'épreuve de CCF n'est pas une variante de l'épreuve ponctuelle. Ce type d'épreuve permet en particulier :

- d'adapter l'évaluation à la diversité des situations de formation : le CCF est en effet réalisé sur le lieu de formation, dans le contexte d'apprentissage propre, avec les outils numériques qui sont devenus familiers aux étudiants.

- de rapprocher au plus près l'évaluation et l'acte de formation : le CCF permet des situations d'évaluation moins stéréotypées et au contraire plus proches des situations vivantes qui peuvent être proposées en TD. Il y a interaction possible avec l'examinateur.

- de proposer une évaluation qui n'a pas lieu impérativement à l'issue de la formation.

Le CCF propose aussi <u>une approche plus globale de l'évaluation, réalisée par deux situations d'évaluation</u> : une en fin de première année, et l'autre à la fin de la seconde.

<u>Le CCF rend également possible une évaluation individualisée</u>.

L'évaluation doit en effet viser l'évaluation de compétences. Il est donc tout à fait possible d'adapter en évaluation le degré de maîtrise technique requis pour réaliser la tâche aux potentialités réelles de certains étudiants, l'objectif prioritaire étant d'évaluer la maîtrise des compétences. Ce qui est en effet visé pour tous les étudiants est l'aptitude à la modélisation et à la mise en œuvre d'une stratégie pertinente même si la maitrise technique n'y est pas.

## 2. Grilles d'évaluation

Suivant les BTS deux grilles sont parues :

Sur une première qui concerne les BTS rénovés avant la rentrée scolaire 2013-2014 : Des compétences montrées lors de la résolution de problèmes (7 points) et les capacités à utiliser les outils logiciels en autonomie au service de la résolution de problème (3 points) (annexe 2)

Sur une seconde qui concerne les BTS qui sont rénovés depuis la rentrée scolaire 2013-2014, on évalue les 6 compétences explicitées au programme (annexe 1) sur 10 points dont 3 sont consacrés à l'utilisation des outils logiciels.

## 3. Les outils logiciels modifient les questions posées :

Beaucoup de questions posées dans le cadre de sujets d'examen n'ont plus leur place formulées telles quelles. Les outils logiciels en effet en donnent directement une réponse rapide.

*Exemple extrait d'un sujet d'examen*

On considère l'équation différentielle

$$(E): \quad y'' + 2y' + y = 2e^{-x},$$

où $y$ est une fonction inconnue de la variable réelle $x$, définie et deux fois dérivable sur $\mathbb{R}$, $y'$ la fonction dérivée de $y$ et $y''$ sa fonction dérivée seconde.

**1.** **a.** Résoudre dans $\mathbb{R}$ l'équation $r^2 + 2r + 1 = 0$.

**b.** En déduire les solutions définies sur $\mathbb{R}$ de l'équation différentielle

$$(E_0): \quad y'' + 2y' + y = 0.$$

**2.** *Cette question est un questionnaire à choix multiples. Une seule réponse est exacte. Recopier sur la copie la réponse qui vous paraît exacte. On ne demande aucune justification. La réponse juste rapporte un point. Une réponse fausse ou une absence de réponse ne rapporte ni n'enlève de point.*

Une solution de l'équation différentielle $(E)$ est donnée par la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par l'expression ci-dessous.

| | | |
|---|---|---|
| $g(x) = 2e^{-x}$ | $h(x) = x^2e^{-x}$ | $k(x) = 2xe^{-x}$ |

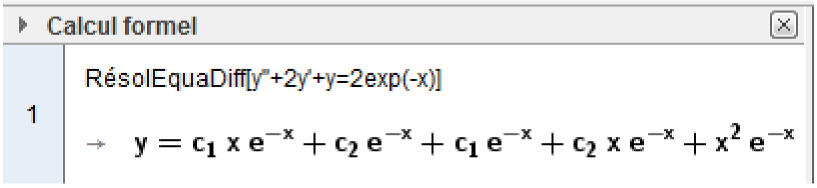
Les dérivées première et seconde de ces fonctions sont données ci-dessous (ces calculs sont exacts).

$$g'(x) = -2e^{-x} \qquad h'(x) = \left(2x - x^2\right)e^{-x} \qquad k'(x) = (2-2x)e^{-x}$$
$$g''(x) = 2e^{-x} \qquad h''(x) = \left(x^2 - 4x + 2\right)e^{-x} \qquad k''(x) = (-4+2x)e^{-x}$$

**3.** En déduire les solutions de l'équation différentielle $(E)$.

**4.** Déterminer la solution (de J'équation différentielle $(E)$ qui vérifie les conditions initiales $f(0) = -1$ et $f'(0) = 1$.

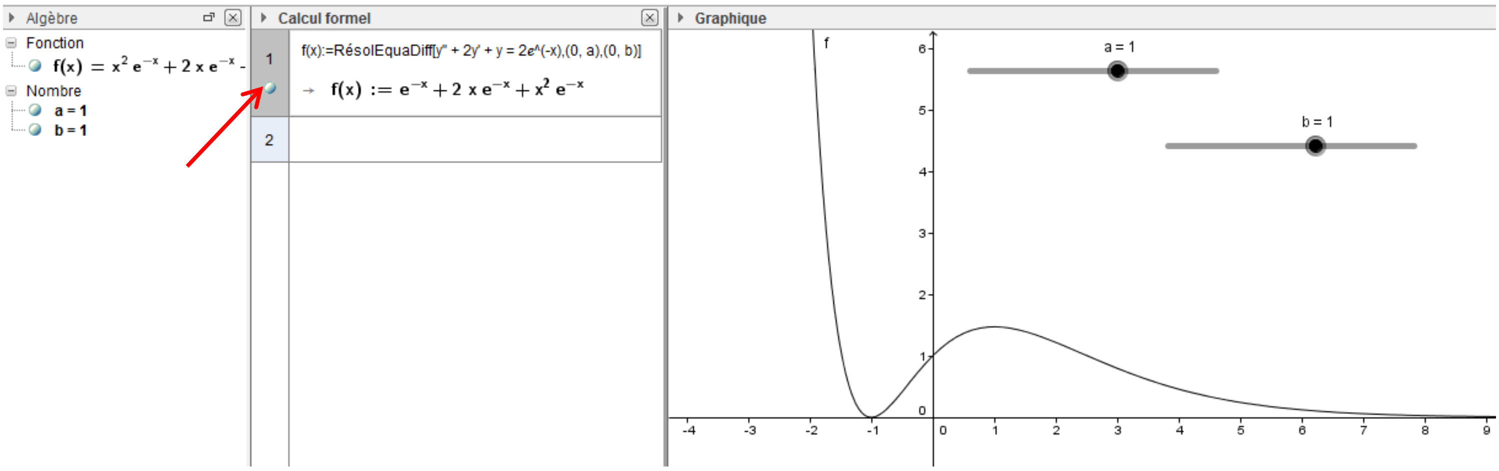
Réponse donnée par le calculateur formel de GeoGebra, $c_1$ et $c_2$ sont respectivement les valeurs de y(0) et y'(0)



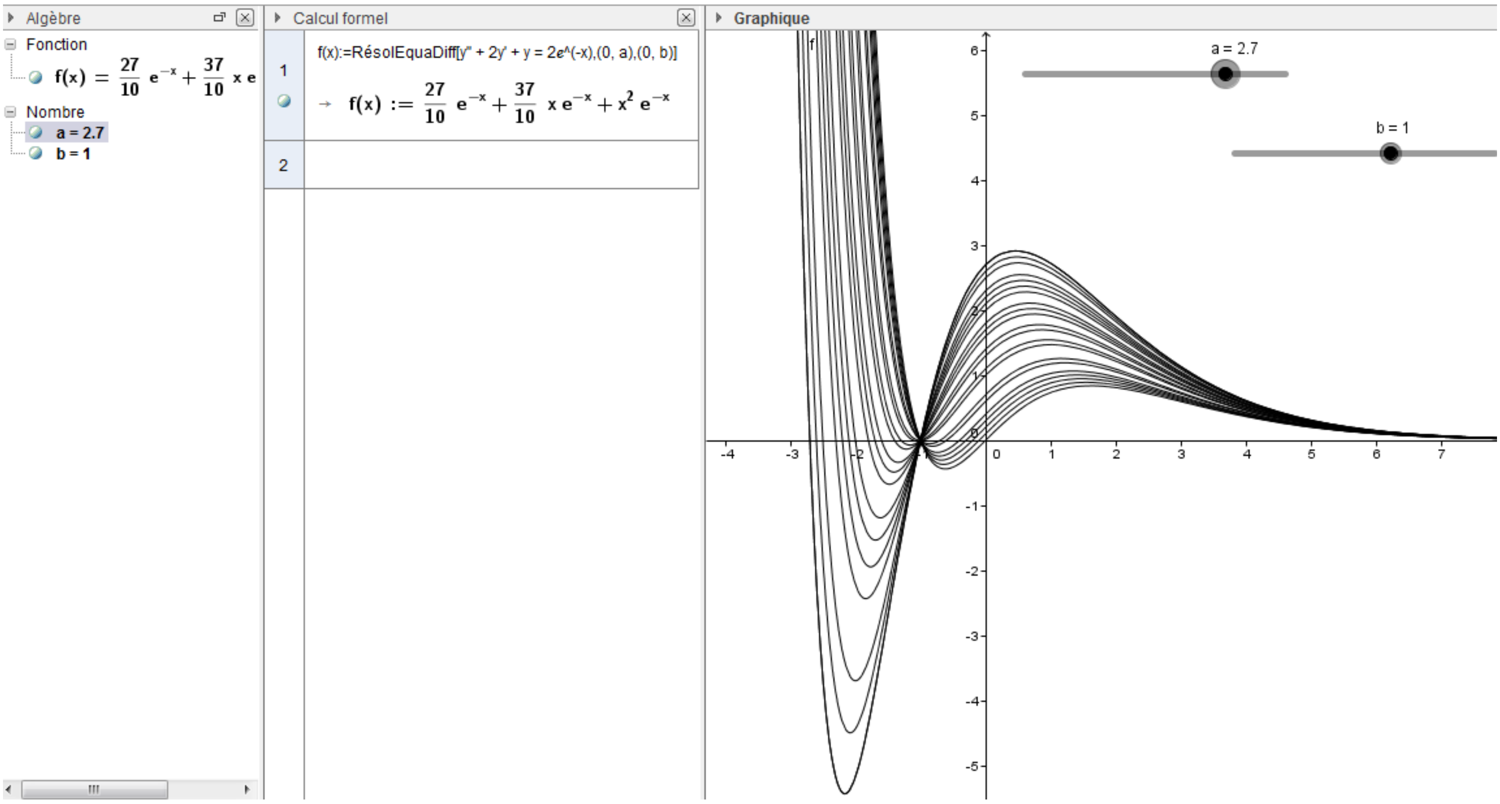

Si on saisit d'abord en paramètre les valeurs de y(0) et y'(0) par exemple en utilisant les paramètres a et b, puis qu'on demande au calculateur formel de GeoGebra de résoudre l'équation en saisissant :

RésolEquaDiff[y''+2y'+y=2exp(-x),(0,a),(0,b)]

on obtient après avoir cliqué sur la puce de la fenêtre de calcul formel pour afficher la fonction solution le premier écran ci-dessous (a = 1 et b = 1).




En affichant la trace, on obtient un second écran ci-après visualisant la famille de fonctions solutions obtenue en faisant varier a.




## 4. Des principes pour concevoir des sujets

- Une constante, **on ne donne pas d'aide a priori**. On bannit les phrases du type « à l'aide de … », on peut évaluer ainsi la capacité du candidat à mobiliser des outils étudiés et à le faire correctement. Par exemple, on ne donne pas la courbe, c'est à l'étudiant de prendre l'initiative de la visualiser.

> Les énoncés sont conçus avec des moments d'appel au professeur pour qu'il puisse :
> - évaluer ce que le candidat à fait,
> - relancer le travail dans le cas où l'approche serait restée trop superficielle,
> - donner à approfondir si c'est pertinent,
> - donner une aide s'il y a un blocage.

- La place des logiciels est analysée : les questions doivent permettre leur utilisation.
  - Bien prendre en compte que la majorité des résultats peut être obtenue par des logiciels.

- On ouvre les questions pour permettre de tester une certaine prise d'initiative.

- On n'évalue pas sur un niveau de difficulté plus important qu'en classe.

- Se poser toujours la question de ce qui est testé dans une question posée.

## 5. Des incidences sur les pratiques

- Cibler les attendus du programme en terme de compétences

- Doter les élèves d'outils appropriés

    - Place de la technique qui doit être modeste (intégrer une logique de différentiation pour les étudiants dont le potentiel et les ambitions le permettent)

    - Place des logiciels (autonomie et initiative à construire)

- Renforcer les pratiques permettant aux élèves de pérenniser leurs acquis (par exemple par le biais des activités rapides)

- Diversifier les pratiques d'évaluation (activité rapides, évaluation de TP, évaluation de savoir-faire de base, évaluation de projets, …)

## 6. Les aspects pratiques

- Une première évaluation par CCF en mathématiques avant la fin de la première année, une seconde évaluation par CCF en mathématiques avant la fin de la seconde année, **assurées par l'enseignant de la classe sur les lieux de formation.**

- Est à rechercher la souplesse envisagée par les textes : le candidat passe le CCF quand il est prêt. Sur le terrain, l'expérience montre que cette souplesse n'est pas toujours réalisable. En moyenne, les professeurs évaluent 4 à 5 candidats en même temps.

- À l'issue de chacune des deux situations d'évaluation, le professeur examinateur constitue, pour chaque candidat, un dossier comportant l'énoncé de la situation, les copies rédigées par le candidat, la grille d'évaluation et la proposition de note. Ce dossier doit être conservé, au sein de l'établissement, jusqu'à la prochaine session de l'examen. L'équipe pédagogique de l'établissement de formation adresse au jury, pour chaque candidat, la proposition de note sur 20 points accompagnée des grilles d'évaluation renseignées.

- Le jury reste seul compétent pour arrêter la note finale et peut demander à avoir communication des dossiers d'évaluation des candidats (ces documents sont tenus à la disposition du jury et du recteur pour la session considérée jusqu'à la session suivante). La note attribuée au candidat pour une situation d'évaluation n'est pas définitive, elle ne doit donc en aucun cas être communiquée au candidat. Comme le CCF comporte deux situations d'évaluation, le candidat doit être informé du degré d'acquisition des compétences évaluées lors de la première situation et ainsi se positionner.

# Annexe 1

## *Grille d'évaluation*

*Sur les 10 points, 3 points sont consacrés à l'évaluation de l'utilisation des outils numériques dans le cadre de différentes compétences.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| NOM : | | Prénom : | |
| Situation d'évaluation n° | | Date de l'évaluation : | |
| **1. Liste des contenus et capacités du programme évalués** | | | |
| Contenus | | | |
| Capacités | | | |
| **2. Évaluation**[1] | | | |
| Compétences | Capacités | Questions de l'énoncé | Appréciation du niveau d'acquisition[2] |
| **S'informer** | Rechercher, extraire et organiser l'information. | | |
| **Chercher** | Proposer une méthode de résolution. Expérimenter, tester, conjecturer. | | |
| **Modéliser** | Représenter une situation ou des objets du monde réel. Traduire un problème en langage mathématique. | | |
| **Raisonner, argumenter** | Déduire, induire, justifier ou démontrer un résultat. Critiquer une démarche, un résultat. | | |
| **Calculer, illustrer, mettre en œuvre une stratégie** | Calculer , illustrer à la main ou à l'aide d'outils numériques, programmer. | | |
| **Communiquer** | Rendre compte d'une démarche, d'un résultat, à l'oral ou à l'écrit. Présenter un tableau, une figure, une représentation graphique. | | |
| | | **TOTAL** | **/ 10** |

# Annexe 2

## *Grille plus ancienne parue avant la rénovation des programmes*

| | | | |
|---|---|---|---|
| NOM : | | Prénom : | |
| Situation d'évaluation n° | | Date de l'évaluation : | |
| **1. Liste des contenus et capacités du programme évalués** | | | |
| Contenus | | | |
| Capacités | | | |
| **2. Évaluation** | | | |
| | | Questions de l'énoncé | Appréciation du niveau d'acquisition |
| Aptitudes à mobiliser des connaissances et des compétences pour résoudre des problèmes | Rechercher, extraire et organiser l'information. | | |
| | Choisir et exécuter une méthode de résolution. | | |
| | Raisonner, argumenter, critiquer et valider un résultat. | | |
| | Présenter, communiquer, par écrit ou par oral. | | |
| | | | / 7 |
| Capacités liées à l'utilisation de logiciels | Illustrer, calculer. | | |
| | Expérimenter, simuler, programmer. | | |
| | Émettre des conjectures ou contrôler leur vraisemblance. | | |
| | | | / 3 |
| | | **TOTAL** | **/ 10** |