

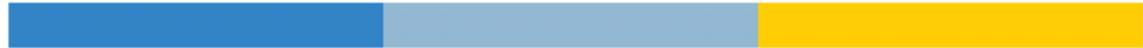


Schola Europaea / Bureau du Secrétaire général

Secrétariat général

Réf. : 2020-01-D-76-fr-2

Original : EN



## **Un outil numérique pour l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation en mathématiques et en sciences**

---

Approuvé par le Comité pédagogique mixte - Réunion des 13 et 14  
février 2020

## Un outil numérique pour l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation en mathématiques et en sciences

### Contexte

Les caractéristiques de l'outil technologique qu'il convient d'utiliser pour les mathématiques ont été préalablement définies dans le document 2010-D-571-fr-2. Le document autorise un groupe d'experts à réviser en permanence les recommandations de l'outil à utiliser.

Depuis la publication du document original, une autre révision du programme de mathématiques a eu lieu. Ce nouveau programme, bien que neutre par rapport à un choix technologique particulier, met davantage l'accent sur l'utilisation de la technologie. Cela se reflète dans le contenu spécifique, comme la programmation et les algorithmes, ainsi que dans les activités recommandées sur la compétence numérique en rapport avec les mathématiques.

Les récents développements au sein du système des Écoles européennes expriment un engagement à promouvoir la compétence numérique, comme l'adoption de la politique de vision de l'éducation numérique qui énonce l'objectif suivant : ***"Chaque élève et étudiant développe tout au long de son éducation au sein des Écoles européennes la compétence numérique lui permettant de favoriser une utilisation confiante, critique, responsable et créative des technologies numériques et un engagement envers celles-ci pour l'apprentissage, le travail et la participation à la société"***.

Les enseignants sont également encouragés à utiliser des outils de collaboration et à échanger des ressources, par exemple via l'utilisation d'Office365. De cette manière, les bonnes pratiques peuvent être partagées dans tout le système des Écoles européennes.

L'outil technologique actuellement utilisé, sous la forme d'une calculatrice, répond aux exigences du document original. Ces exigences sont principalement formulées en termes de fonctionnalité. Ce document fait peu référence à l'enseignement et à l'apprentissage. Le choix de l'outil actuel était judicieux à l'époque et il a, à bien des égards, bien servi le système.

Parmi les aspects négatifs qui ont été soulevés par les enseignants, il y a le fait que l'outil actuel compense le manque de compréhension plutôt que d'aider à la compréhension. Certains enseignants ont rapporté des cas où des élèves écrivent une séquence de touches sur lesquelles ils ont appuyé en guise de solution dans un test. Cela signifie que, du moins pour certains élèves, l'outil, s'il est utile pour l'évaluation, n'est pas aussi utile pour l'apprentissage. Compte tenu des proportions de temps consacrées à l'apprentissage et à l'évaluation, l'aspect apprentissage devrait être mieux reflété dans le choix de l'outil technologique.

L'un des inconvénients inhérents à un outil matériel est qu'il n'est pas facilement évolutif. Même s'il est possible de mettre à jour le logiciel pour un matériel donné, on peut s'attendre à ce que de nouvelles versions du matériel soient publiées au cours des dix années de vie d'un programme d'études, ce qui pourrait entraîner la création de

plusieurs versions différentes de l'outil dans la même classe. Avec un outil basé sur un logiciel, tout le monde aurait toujours la même version installée. Une conséquence naturelle de l'utilisation de logiciels sur du matériel plus général comme un ordinateur, une tablette ou un smartphone, est que vous pouvez également y faire fonctionner d'autres logiciels, tant pour les mathématiques que pour d'autres matières.

En mai 2019, le groupe d'experts chargé du choix de l'outil technologique a mis à jour l'outil recommandé qui sera utilisé, en tenant compte, entre autres, de tous les aspects précités. Sur la base d'une analyse d'une utilisation comparative de divers outils technologiques en classe (voir annexe 2), le groupe a proposé l'utilisation de GeoGebra comme outil numérique pour l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation en mathématiques et en physique<sup>1</sup>. Pour les autres matières scientifiques, il peut être utilisé pour l'enseignement, l'apprentissage ou l'évaluation selon les besoins.

## 1. Pourquoi GeoGebra ?

GeoGebra, créé en 2001, est une application interactive de géométrie, d'algèbre, de statistiques et de calcul (CAS), destinée à l'apprentissage et à l'enseignement des mathématiques et des sciences du primaire à l'université.

GeoGebra est également utilisé comme un outil de recherche. GeoGebra lui-même fait l'objet de nombreuses recherches dans le domaine des sciences de l'éducation. Cette recherche montre son intérêt pédagogique.

Parmi les caractéristiques de GeoGebra, citons :

- Gratuité pour une utilisation non commerciale et open source.
- Disponibilité dans toutes les langues européennes.
- Disponibilité sur plusieurs plateformes, dont Windows, macOS, Linux, ChromeOS, iOS et Android.
- Possibilité de fonctionner en ligne et hors ligne comme une application de bureau ou d'appareil mobile.
- Peut être intégré dans Office365.

Une utilisation comparative de divers outils technologiques en classe a été faite par quelques professeurs de mathématiques (voir annexe 2) sous le contrôle du Groupe de travail d'experts. Cette étude comparative est basée sur les différents domaines de contenu en mathématiques. En particulier, et après analyse, cette comparaison a permis au GT de développer ses conclusions quant à l'utilisation possible d'un seul outil en classe à partir de 2020-2021, à savoir « **GeoGebra** ».

---

<sup>1</sup> Voir Memo 2019-05-M-9

## 2. GeoGebra dans l'enseignement

GeoGebra peut être utilisé par l'enseignant dans tous les domaines du programme de cours. Il répond aux caractéristiques du sujet traité dans le document et possède également d'autres caractéristiques. Il possède son propre langage de script (GGBScript) et est également compatible avec JavaScript, un langage de programmation largement utilisé. Cette fonction peut, outre la démonstration de concepts liés à la programmation, être utilisée pour créer des ressources interactives appelées *applets*, telles que des livres électroniques interactifs et des devoirs autocorrectifs en ligne.

Il est possible de publier des notes et d'y intégrer des contenus audio, images et vidéo. Toutes ces ressources peuvent être partagées entre collègues. Il existe déjà plus d'un million d'applets que les enseignants peuvent utiliser tels quels ou adapter à leurs besoins spécifiques. Les illustrations de GeoGebra peuvent être exportées sous forme d'images dans un large éventail de formats.

## 3. GeoGebra dans l'apprentissage

Pour les élèves, GeoGebra offre la possibilité de visualiser et d'explorer divers concepts mathématiques et de découvrir ainsi les relations entre les différentes représentations mathématiques. Il peut être utilisé pour l'auto-évaluation interactive et la pratique répétée de tâches afin de se familiariser avec des notions, par exemple la correspondance d'une ligne à une équation. GeoGebra pourrait également servir de support pédagogique, principalement dans les domaines du calcul et de la géométrie.

## 4. GeoGebra dans l'évaluation

Dans l'évaluation, GeoGebra peut remplacer l'utilisation d'une calculatrice, et il peut être piloté avec ou sans CAS (*computer algebra system*). Le fait de disposer d'un outil plus interactif ouvre la possibilité de créer des problèmes plus investigatifs, plus riches et plus ouverts, stimulant la résolution créative de problèmes (cela pourrait également correspondre à certaines remarques de la précédente présidence du Baccalauréat).

GeoGebra dispose d'un mode de test qui peut bloquer d'autres applications sur l'appareil. Cette fonction fonctionne différemment selon les plateformes.

Pour les examens plus importants, une possibilité serait d'utiliser des appareils appartenant à l'école ou une sorte de MDM (*système de gestion d'appareils mobiles*). Ce dernier pourrait fournir un cadre pour l'utilisation des dispositifs dans d'autres domaines également.

## 5. Proposition pour l'utilisation de GeoGebra dans les salles de classe et pour l'examen

En mai 2019, le groupe de travail d'experts en charge de l'outil technologique a déjà recommandé aux écoles ce qui suit :

- *Pour accompagner les nouveaux programmes de mathématiques de l'année secondaire **s4** des Écoles européennes, prenant cours à la rentrée scolaire 2019-2020 en septembre 2019, une **calculatrice scientifique non graphique et non programmable** (le modèle utilisé dans s3 peut être suffisant).*
- *Pour accompagner les programmes de mathématiques des années secondaires **s5, s6** et **s7** des Écoles européennes, prenant cours à la rentrée scolaire 2019-2020 en septembre 2019, le **logiciel CAS TI-Nspire, version 4.5.1.12 ou supérieure**. Les calculateurs autorisés et supportant ce logiciel sont le CAS TI-Nspire CX (**version 4.5.1.12**) et le **CAS TI-Nspire CX II-T (version 5.0.0.1683 ou supérieure)**.*

Le Groupe de travail d'experts avait également attiré l'attention des écoles sur les recommandations suivantes :

*Pour l'année scolaire 2019-2020, le groupe d'experts recommande aux enseignants d'utiliser en année **s4** (tout comme pour l'année s1, par ailleurs) le logiciel GeoGebra (application open source, gratuit, multilingue, multi-plateforme et avec un mode examen) ou tout autre logiciel offrant les mêmes fonctionnalités. Un temps d'information et de formation sur le logiciel GeoGebra a été prévu pour le prochain cours de formation centralisé qui sera organisé à l'automne 2019.*

*Cette recommandation s'applique également à l'utilisation par les élèves de ce même logiciel pour travailler dans des salles ICT dédiées ou dans des salles de classe « ordinaires » sur du matériel, une tablette ou un ordinateur, mis à disposition par l'école. Cette recommandation est conforme aux objectifs d'apprentissage des nouveaux programmes et sera applicable immédiatement, sous réserve de l'approbation par le Comité pédagogique mixte, lors de sa réunion d'octobre 2019, du nouveau document précisant les caractéristiques de l'outil technologique (réf. 2019-05-D-22<sup>2</sup>).*

*Cette recommandation tient également compte de la future introduction des programmes des années s5 à s7, qui donnera lieu à l'utilisation de ce type de logiciel, contribuant notamment au développement des compétences numériques des élèves.*

*Enfin, et à des fins d'harmonisation, le Groupe d'experts recommande l'utilisation d'un seul logiciel dans l'école. Les raisons de l'utilisation de tout logiciel complémentaire devront être justifiées par la difficulté de résoudre un problème donné avec le logiciel « généraliste » choisi.*

Suite aux recommandations du Groupe de travail d'experts formulées en mai 2019, et sur la base de la justification ci-dessus concernant la décision de choisir GeoGebra comme logiciel lié aux programmes de mathématiques et de physique, le Groupe de

---

<sup>2</sup> Ce document est désormais le présent document et porte une nouvelle référence : 2020-01-D-76-fr-1.

travail d'experts propose également la mise en œuvre progressive suivante de l'utilisation de GeoGebra dans les salles de classe et pour les examens dans les Écoles européennes ainsi que dans les Écoles agréées.

#### Proposition pour la salle de classe uniquement

	19-20	20-21 <sup>3</sup>	21-22	22-23	23-24
<b>S1-S3<sup>4</sup></b>	Calculatrice scientifique <sup>5</sup> et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra
<b>S4</b>	Calculatrice scientifique et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra	Calculatrice scientifique et GeoGebra
<b>S5</b>	TI-Nspire	Calculatrice scientifique et GeoGebra	GeoGebra	GeoGebra	GeoGebra
<b>S6</b>	TI-Nspire	TI-Nspire	GeoGebra	GeoGebra	GeoGebra
<b>S7</b>	TI-Nspire	TI-Nspire	TI-Nspire	GeoGebra	GeoGebra

#### Proposition pour les examens uniquement

	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
<b>S1-S3</b>	Calculatrice scientifique				
<b>S4</b>	Calculatrice scientifique				
<b>S5</b>	TI-Nspire	Calculatrice scientifique	GeoGebra*	GeoGebra	GeoGebra
<b>S6</b>	TI-Nspire	TI-Nspire	GeoGebra*	GeoGebra	GeoGebra
<b>S7</b>	TI-Nspire	TI-Nspire	TI-Nspire	GeoGebra	GeoGebra

\*Examens de juin seulement.

Avec l'introduction des nouveaux programmes de mathématiques et de physique de S5 pour la prochaine année scolaire 2020-2021, et après examen, le Groupe de travail d'experts a révisé sa décision de manière fractionnée et suggère de reporter d'un an l'introduction de GeoGebra pour l'examen –pour cette année particulière uniquement. Il reste obligatoire de l'utiliser pendant les cours, mais pas pour l'examen de l'année prochaine en S5. Il sera obligatoire lors des épreuves du second semestre de l'année scolaire 2021-2022 pour les classes de S5 et S6.

<sup>3</sup> S5 Entrée en vigueur.

<sup>4</sup> Pour S1-S3, GeoGebra peut être introduit par les enseignants dans la salle ICT ou avec des dispositifs de partage dans la salle de classe.

<sup>5</sup> Une calculatrice scientifique non graphique et non programmable.

Il est également fortement recommandé que les élèves aient l'occasion de se former à l'application. À cette fin, il est recommandé que les élèves disposent de leur propre appareil pour s'approprier le logiciel GeoGebra, et pour l'examen.

Les raisons du report de l'adoption de GeoGebra par rapport au calendrier initial sont les suivantes :

- Organiser correctement la formation continue décentralisée des professeurs de mathématiques et de physique et laisser le temps aux écoles d'organiser le suivi à l'intérieur de l'établissement (avec l'aide du référent ou du coordinateur de la discipline).
- Donner le temps aux Écoles européennes et aux Écoles agréées de trouver, parmi leurs professeurs de mathématiques ou de physique, un super utilisateur clé<sup>6</sup> ainsi que des superviseurs afin de contrôler les examens et les former correctement en vue des examens de juin 2022 (N.B. : ceci est de la responsabilité de l'école). Pour cette date, les écoles doivent également prévoir certains dispositifs en réserve pour le jour de l'examen (par exemple, au moins 3 % du nombre total d'élèves ayant réussi l'examen).
- Former correctement les élèves en classe pendant au moins près de deux années scolaires.
- Donner le temps au Groupe de travail d'experts de poursuivre son analyse du « mode examen » et d'élaborer des lignes directrices appropriées pour ce mode et pour la mise en œuvre pour les examens de S5, S6 ainsi que pour le baccalauréat, en tenant compte des contraintes techniques des écoles.

---

<sup>6</sup> Comme ce fut le cas pour la mise en œuvre du TI-Nspire, le super utilisateur clé est la personne appropriée qui sera chargée d'aider ses collègues avec l'outil et de l'organisation de la formation pour les nouveaux enseignants et les superviseurs.

Avant de formuler ses recommandations concernant l'utilisation de GeoGebra, le « Groupe de travail d'experts » a pris en considération plusieurs éléments :

- La mise en œuvre des 8 compétences clés et notamment la compétence numérique.
- Le fait que GeoGebra est simplement un outil qui devrait remplacer un autre outil. En l'occurrence, le CAS TI-Nspire (pour diverses raisons déjà expliquées ci-dessus).
- Ce nouvel outil est un logiciel qui :
  - Est gratuit pour une utilisation non commerciale et open source.
  - Est disponible dans toutes les langues européennes.
  - Est disponible sur plusieurs plateformes, dont Windows, macOS, Linux, ChromeOS, iOS et Android.
  - Peut fonctionner en ligne et hors ligne comme une application de bureau ou d'appareil mobile. Lorsqu'il fonctionne hors ligne, il n'y a aucun impact sur le Wi-Fi ou sur la structure informatique de l'école. Les élèves n'auront accès à aucune ressource des écoles. L'application peut être téléchargée à la maison par les élèves.
  - Peut être intégré dans Office365.
- Cet outil doit être utilisé par les Écoles européennes et les Écoles agréées.
- Les remarques d'IT-PEDA et d'IT-ADM, qui travaillent tous deux à l'élaboration de « Lignes directrices pour l'utilisation pédagogique des appareils mobiles dans les Écoles européennes » (voir le document 2020-01-D-14 - pour approbation en février 2020).
- Le manque de ressources financières et humaines réelles et le temps nécessaire pour gérer et sécuriser correctement une flotte d'appareils appartenant aux écoles.

## 6. Propositions

Considérant le présent document dans son intégralité (considérations, recommandations, propositions...), voici les propositions faites par le Groupe de travail d'experts :

Le « Groupe de travail d'experts en charge de l'outil technologique » recommande, pour la prochaine année scolaire 2020-2021, d'accompagner l'entrée en vigueur des nouveaux programmes de mathématiques et de physique S5, avec les éléments suivants

1. Que les enseignants utilisent le logiciel GeoGebra en année **S5** (tout comme pour l'année S1) (application open source, gratuite, multilingue, multi-plateforme et avec un mode examen).

Pour éviter tout impact sur le Wi-Fi ou sur la structure informatique de l'école, le logiciel pourrait être utilisé en mode hors ligne.

Un temps d'information et de formation des enseignants sur le logiciel GeoGebra a été prévu pour le prochain cours de formation décentralisé qui sera organisé au printemps 2020.

2. Compte tenu des recommandations formulées par les Groupes de travail IT-PEDA et IT-ADM, et de leurs conclusions concernant l'utilisation pédagogique des appareils dans les Écoles européennes, les **élèves** de l'année **S5** doivent apporter leur propre appareil pour utiliser l'application GeoGebra en classe – au moins en mode hors ligne – à partir de la prochaine année scolaire. Le Groupe de travail d'experts a proposé quelques recommandations techniques minimales pour ces appareils (voir annexe 1), et si les « Lignes directrices pour l'utilisation pédagogique des appareils mobiles dans les Écoles européennes » (2020-01-D-14) sont approuvées, il recommande aux écoles d'en tenir compte.
3. La décision du Groupe d'experts n'aura aucune incidence financière sur le budget des Écoles européennes pour la prochaine année scolaire.

### **Opinion du Conseil d'inspection pour le Secondaire :**

Le Conseil d'inspection pour le Secondaire a rendu un avis favorable sur le document et ses propositions et recommandations ainsi que, en particulier, sur les propositions 1 et 2 ci-dessus. Le Conseil a également recommandé au Comité pédagogique mixte de l'approuver avec une entrée en vigueur en septembre 2020, afin d'être en phase avec l'entrée en vigueur des nouveaux programmes S5 de mathématiques et de physique.

### **Décision du Comité pédagogique mixte :**

Le Comité pédagogique mixte a approuvé le document avec ses propositions et recommandations ainsi que, en particulier, les propositions 1 et 2 ci-dessus avec une entrée en vigueur en septembre 2020, pour être en phase avec l'entrée en vigueur des nouveaux programmes S5 de mathématiques et de physique.

## **Recommandations minimales pour les appareils fonctionnant avec GeoGebra dans la salle de classe / d'examen**

GeoGebra peut fonctionner sur plusieurs appareils (tablette ou ordinateur portable) en ligne ou hors ligne. Le groupe d'experts ne précise pas de modèle. Toutefois, le groupe recommande au moins les éléments suivants, pour une utilisation adéquate de GeoGebra (il s'agit de spécifications minimales, mais le choix d'appareils plus puissants permettrait des utilisations plus diverses et plus approfondies) :

- Système d'exploitation : tout système d'exploitation supportant GeoGebra (par exemple Linux, Windows 10, Mac OS X, ChromeOS, iOS, Android) ;
- RAM minimum : 1 Go (pour une tablette Android), 4 Go (pour un ordinateur portable) ;
- Stockage minimum : 16 GB (pour une tablette), 32 GB (pour un ordinateur portable) ;
- Taille et résolution de l'écran : 7" peuvent être autorisés à condition d'avoir une bonne résolution d'affichage (minimum 720 p), mais au moins 9" pour un visionnage confortable avec une résolution minimum de 1080 p ;

## Annexe 2

### Utilisation comparative de divers outils technologiques en classe

#### Nombres

	GeoGebra 6 (GG 6) ou Tablet App	TI Nspire CX CAS	TI83	NumWorks
Surds	Approx. ou exacte (CAS)	Exact + approx. avec différentes clés	Exact + approx. dans un mode différent	Exact + les deux en même temps
Fractions	Exact + environ	Exact + approx. avec différentes clés	Exact + approx. dans un mode différent	Exact + les deux en même temps
Facteurs principaux	Commande	3 clés	Non	12 clés
Nombres complexes	Oui	Oui	Oui	Oui

#### Algèbre

	GG 6 ou Tablet App	TI Nspire CX CAS	TI83	NumWorks
Élargir et réduire	Commande CAS	3 clés	Non	Non
Factorisation	Commande CAS	3 clés	Non	Non
Résolution	Commande CAS ou graphiquement	Facile	Non	2e degré : exact Autres : environ

#### Calcul

	GG 6 ou Tablet App	TI Nspire CX CAS	TI83	NumWorks
Tableau des valeurs des fonctions	Non	Oui	Oui	Oui
Nombres dérivés	Oui	Oui	Oui	Oui
Fonction dérivée	Oui	Oui	Dessin seulement	Dessin seulement
Intégrale	Approx. par défaut exact avec CAS	Exact	Environ	Environ
Séquences	Tableur	Oui	Passer d'une fonction à l'autre	Oui

#### Géométrie

	GG 6 ou Tablet App	TI Nspire CX CAS	TI83	NumWorks
Placement des points	Facile	Sur maillage	Pas de géométrie	Pas de géométrie
Tracer des lignes	Facile	Facile à partir de l'équation	Pas de géométrie	Pas de géométrie
Nombres complexes	Facile	Difficile	Pas de géométrie	Pas de géométrie

## Statistiques

	GG 6 ou Tablet App	TI Nspire CX CAS	T183	NumWorks
1 variable	Tableur et outils spécifiques	Tableur + commandes spécifiques	Outil spécifique	Outil spécifique
2 variables				
Régressions				

## Probabilités

	GG 6 ou Tablet App	TI Nspire CX CAS	T183	NumWorks
Loi binomiale	Outil spécifique	Commandes spécifiques dans le menu	Commandes spécifiques dans le menu	Outil spécifique avec valeurs et graphiques
Loi normale				
Autres lois				

## Généralités

	GG 6 ou Tablet App	TI Nspire CX CAS	T183	NumWorks
Facilité d'utilisation	Plus facile à utiliser sur un ordinateur portable que sur une tablette	Bon	Désuet	Bon
Mode examen	Oui	Oui	Oui	Oui
Qualité de l'écran	Dépend de l'appareil	Moyenne	Dépassé	Bon
Durée de vie des batteries	Dépend de l'appareil	Pas si bien	Bon	Bon
Poids et taille	Dépend de l'appareil	Plus lourd	Plus léger	Plus léger
Plate-forme croisée / émulateurs	Oui	Émulateur propriétaire	Émulateur propriétaire	Libre et open source, web et smartphones
Prix public (Amazon Belgique, 07/12)	Application gratuite + appareil	120 €	75 €	80 €