



# Penser les ressources pour enseigner les mathématiques, leur développement, leur partage et leurs usages



Jana Trgalova et Luc Trouche  
Institut français de l'éducation, ENS de Lyon  
ESPE, Université Claude Bernard, Lyon

Ressources vivantes pour des mathématiques vivantes  
Plan national de formation, 25 septembre 2015 à Lyon

# Les enjeux de la réflexion



- En toile de fond : les bouleversements du numérique
- Les nouveaux programmes de mathématiques (programmes de cycle, informatique, démarches expérimentales, EPI...)
- La Stratégie mathématiques
- Le portail de ressources mathématiques
- Le rapport PISA de l'OCDE sur les compétences numériques des élèves *Students, Computers and Learning : Making the Connection* (15 septembre 2015)

Questionner la notion même de ressources et la figure du professeur (Chevallard 1997) en prenant appui sur des dispositifs de recherche

# Les enjeux de la réflexion



*Connectés pour apprendre* (OCDE, 2015)

« Une interprétation possible de ces résultats est que le développement d'une compréhension conceptuelle requiert *des interactions intensives entre enseignants et élèves* – un engagement humain précieux duquel la technologie peut parfois nous détourner.

Une autre interprétation pourrait être que nous ne maîtrisons pas assez le type d'approches pédagogiques permettant de tirer pleinement profit des nouvelles technologies, et qu'en nous contentant d'ajouter les technologies du XXI<sup>e</sup> siècle aux pratiques pédagogiques du XX<sup>e</sup> siècle, nous ne faisons qu'amoinrir l'efficacité de l'enseignement.

Enfin, il est crucial que les enseignants deviennent *des acteurs engagés de ce changement, en participant non seulement à la mise en œuvre des innovations technologiques, mais aussi à leur conception* ».

# Plan de l'exposé



1. Un questionnement des usages et des processus de conception des ressources
2. Les ressources au cœur du travail des professeurs, penser des incubateurs de ressources vivantes
3. Ressources : conception, partage et démarche qualité
4. Des projets en cours centrés sur la créativité et la collaboration

Perspectives pour une plateforme de ressources au service de la Stratégie Mathématiques

# Un questionnement des usages

Le programme ANR ReVEA (2013-2018) [www.anr-revea.fr](http://www.anr-revea.fr) :

- pallier le manque d'informations sur les ressources réellement utilisées par les enseignants ;
- documenter et expliquer les évolutions en cours ;
- modéliser la notion même de *ressource* dans un système éducatif
- un intérêt particulier pour le travail *collectif* des enseignants

Une étude sur le long terme, combinant aspect quantitatif et qualitatif, dans quatre disciplines contrastées (mathématiques, physique, anglais, STI), et aussi dans le champ « pluridisciplinaire en sciences ».

# Un questionnement des usages

## *Quelques résultats intermédiaires*

Etats des lieux initiaux (ressources *disponibles* vs. collectifs concepteurs)

En mathématiques, profusion et hétérogénéité des ressources, forte présence de ressources institutionnelles, de collectifs variés (APMEP, IREM, Sesamath...), de sociétés savantes ou d'initiatives individuelles

Des ressources historiques, une importance croissante des ressources « hors classe », ou à visées de vulgarisation ou récréative, une émergence de ressources interdisciplinaires liées aux changements curriculaires

Sur les usages : une place importante du (des) manuel(s), avec une forte évolution des supports ; vers un manuel composite, (l'exemple emblématique de Sésamath) ; un cœur de *ressources familières*

Le Forum Mathématiques Vivantes, une bonne image du potentiel en concepteurs et en ressources ?

# Un questionnement des usages

## *Les travaux en cours*

Un intérêt particulier pour l'année 2015-2016 (changement de programmes), perspective curriculaire, EPI, informatique

Une importance critique des « documents d'accompagnement des nouveaux programmes »

Les critères de choix des enseignants (manuels, ressources...)

La réorganisation de leurs ressources

Identification des ressources manquantes

Deux relations critiques à étudier : travail individuel vs. travail collectif, usage vs. conception de ressources

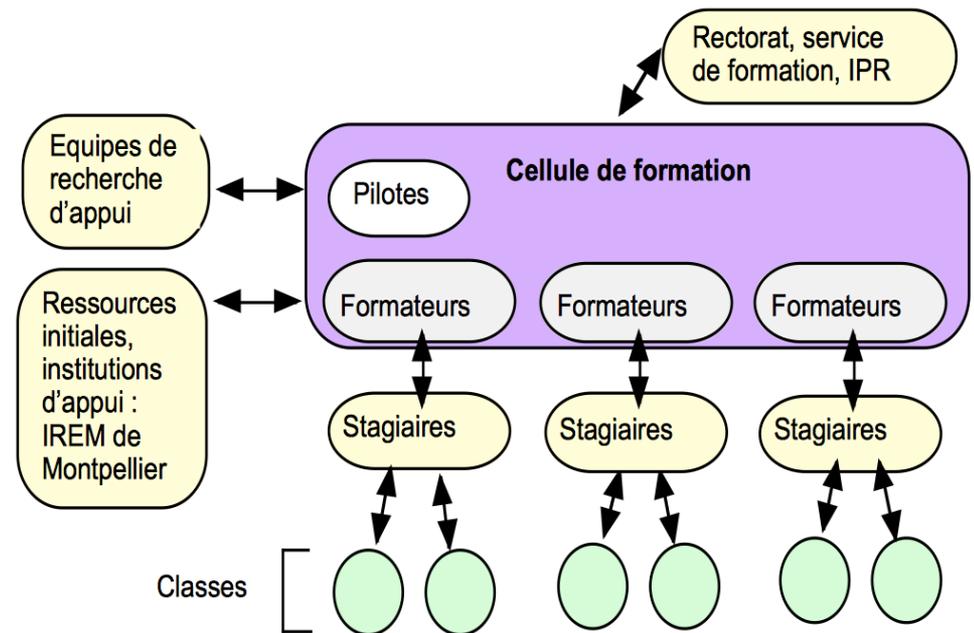
# Un questionnement des processus de conception



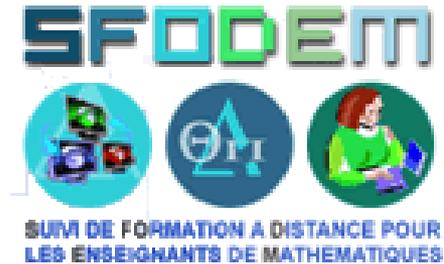
SFoDEM : Suivi de Formation à Distance des Enseignants de Mathématiques, à Montpellier (rectorat, CRDP, IREM), de 2000 à 2006

Quatre thèmes de formation contrastés, un cadre de réflexion commun appuyé par la recherche

Constituer un incubateur de « modèle(s) de ressources » facilitant la conception, l'appropriation, le partage



# Un questionnement des processus de conception



La publication de résultats au bout de 6 ans sous forme d'un CDrom (Guin & Trouche 2005)

Un travail difficile de remise en question des habitudes professionnelles

L'émergence d'un modèle de dispositifs de conception collaborative de ressources

Explorer, définir, réfléchir, échanger, réviser...

**Conception collaborative de ressources pédagogiques**

L'expérience du SFODEM (2000-2006)

Sous la direction de :

Dominique Guin, IREM et I3M, Université Montpellier 2  
Michelle Joab, IREM et LIRMM, Université Montpellier 2  
Luc Trouche, INRP et LEPS, Université de Lyon

um2 UNIVERSITÉ MONTPELLIER 2 SCIENCES ET TECHNIQUES

INRP www.inrp.fr

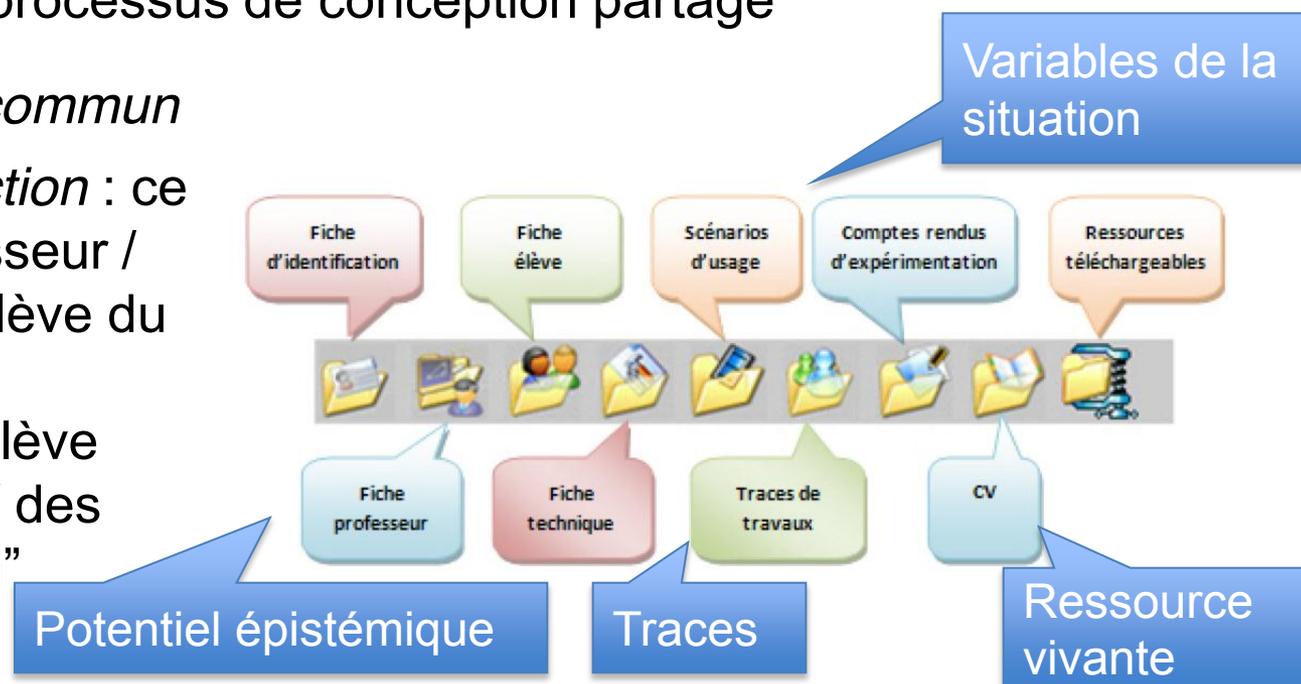
Aide Outils Entrée

# Un questionnement des processus de conception

L'émergence d'un *modèle de ressources*, comme perspective nécessaire de tout processus de conception partagé

Une recherche du *commun*

Un travail de *distinction* : ce qui relève du professeur / de l'élève, ce qui relève du pédagogique / du technique, ce qui relève d'une appréciation / des "pièces à conviction"



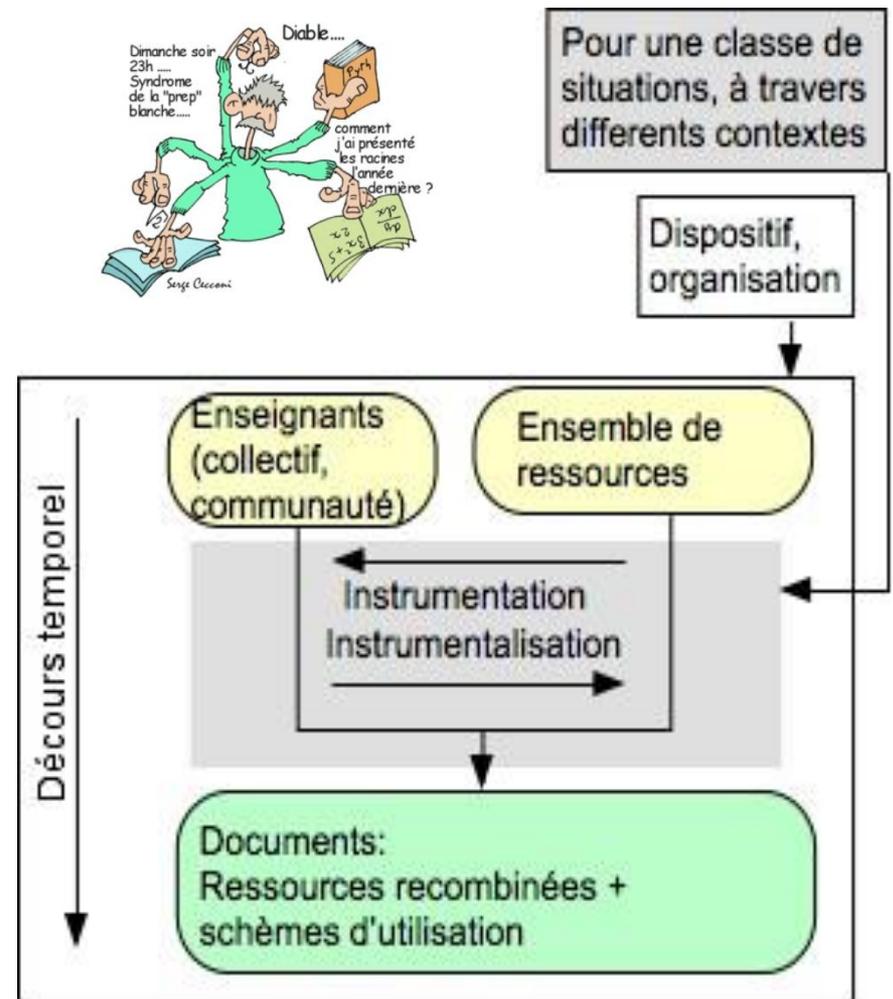
Initier les processus de conception à partir de germes de ressources.

# Les ressources au coeur du travail des professeurs

Une approche théorique pour comprendre le travail des enseignants, dans un moment de basculement numérique

Une relation dialectique entre un (des) enseignant(s) et des ressources (re-source)

*Instrumentation/instrumentalisation*, prendre en compte à la fois le soutien au travail des enseignants et leur propre créativité

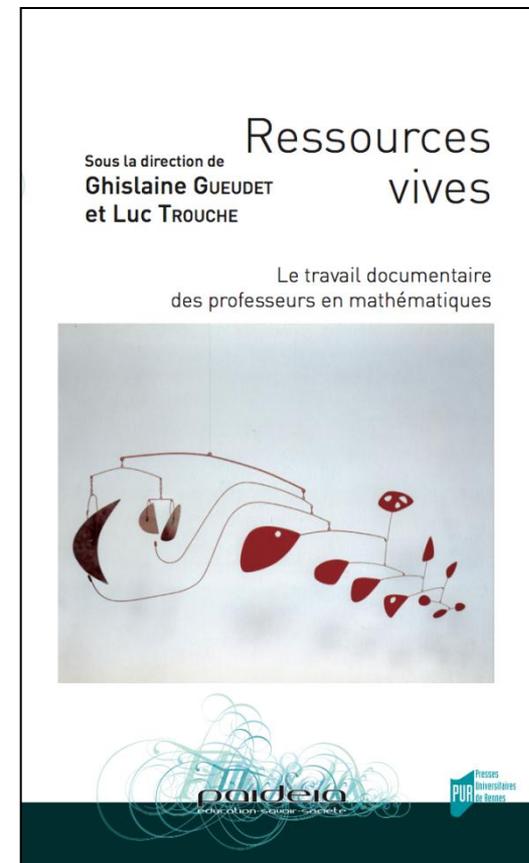




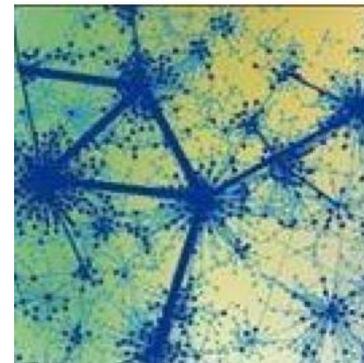
# Les ressources au coeur du travail des professeurs

Des exemples de recherche en cours :

- Comment le travail collectif des enseignants peut-il développer leur *expertise documentaire*, regards croisés sur les situations française et chinoise (C. Wang) ?
- Peut-on comprendre les rapports différenciés avec une même ressource (Sésamath) à partir des *trajectoires documentaires* des enseignants (K. Rocha) ?
- Quelles meta-ressources peuvent soutenir le travail pluridisciplinaire des enseignants en sciences dans le cadre de démarches d'investigation (M. Prieur) ?



# Penser des incubateurs de ressources vivantes



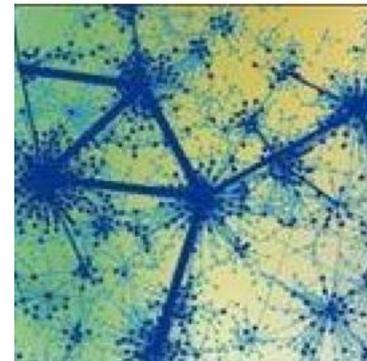
Assurer des conditions de production de ressources robustes, le cadre de collectifs hybrides (chercheurs, formateurs, inspecteurs...), des instanciations variées (cf. convention DGESCO-IGEN-IREM-IFÉ), projets européens (présentation à suivre)

La cadre privilégié des LéA (Lieux d'éducation associés à l'IFÉ), rassemblant quatre conditions : un questionnement des enseignants, une implication d'une équipe de recherche, un soutien de la direction, un engagement à travailler ensemble dans la durée

Une trentaine de LéA, parmi eux 7 LéA « à mathématiques »

Plusieurs dimensions de « durée » : développer des communautés de pratique, enrichir les ressources produites, suivi de cohorte

# Penser des incubateurs de ressources vivantes



*L'École st Charles, à Marseille, un LéA pionnier* (Matheron et Quilio (2014))

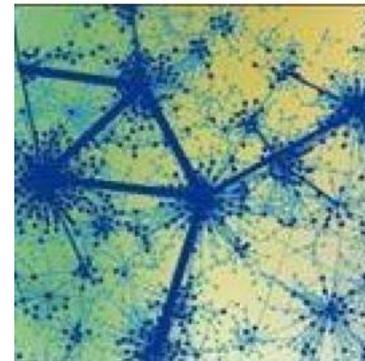
Concevoir des ressources pour l'apprentissage des algorithmes de calcul à l'école primaire, un travail conjoint des professeurs avec des chercheurs

« Donner aux élèves une expérience personnelle du monde modélisé comme condition de l'enseignement de ce modèle »

Une conception de ressources indissociable de leurs mises en œuvre et de l'analyse de ces mises en œuvre

« Le professeur doit pouvoir observer, non seulement les apprentissages que l'enseignement a rendus possibles, mais encore les problèmes que les élèves rencontrent et que le professeur doit identifier pour que leur résolution appartienne à la classe »

# Penser des incubateurs de ressources vivantes



*Une double dynamique d'extension, un double défi*

- Une extension de l'étude sur les algorithmes élémentaires de calcul est actuellement expérimentée dans 120 CP et 100 CE1 de 4 académies (projet DGESCO ACE - Arithmétique et Compréhension à l'Ecole) [Colloque en juin à l'IFÉ]
- Passer de ressources isolées à une chaîne de ressources, la dynamique des *activités* vers des *parcours* d'étude et de recherche (projet PERMES)

Des dispositifs complexes (analyse et problématisation du savoir à enseigner, organisation coordonnée du travail des professeurs impliqués, sur la durée, double recueil de données...).

Des conditions de diffusion/transposition indissociable de dispositifs de formation et d'accompagnement.

# Double questionnement



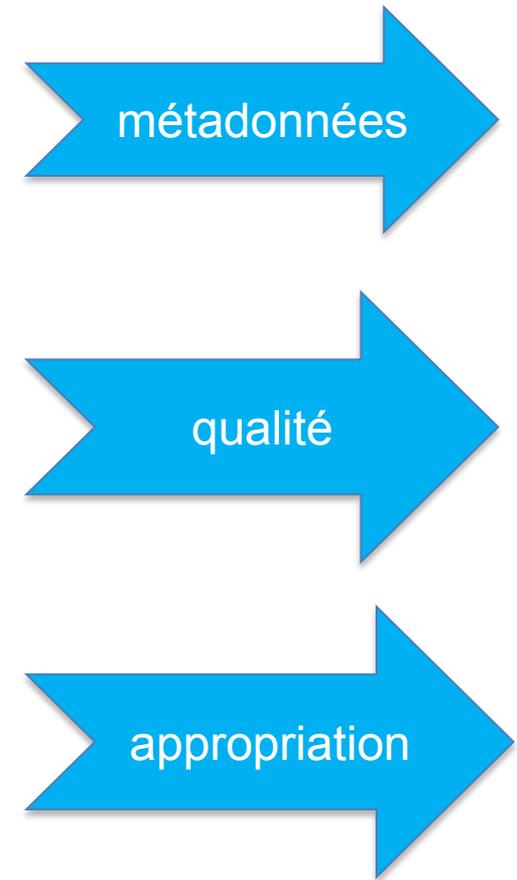
- Dans un temps de profusion des ressources, comment s'y retrouver ? Comment trouver des ressources adaptées ? Comment reconnaître des ressources '*de qualité*' ?
- Comment soutenir une conception de ressources, dans l'esprit des nouveaux programmes, qui favorise *la créativité mathématiques* ?

# Ressources : conception, partage et démarche qualité

Dénicher des ressources utiles, crédibles, des contenus éducatifs de qualité mis à jour régulièrement relève bien souvent de l'utopie.

En effet, l'utilisateur est souvent confronté à l'absence d'assistance à la recherche (métadonnées vs. mots-clefs), au manque d'assurance en ce qui a trait à la qualité des informations. [...]

Nous avancerions que l'appropriation par les enseignants de matériel pédagogique et didactique complémentaire en soutien aux apprentissages des élèves et en complément aux ressources imprimées (manuels scolaires notamment) semble toujours difficile, même si les technologies sont disponibles à l'école depuis quelques vingt ans (Robertson, 2006)



# Ressources : conception, partage et démarche qualité

## Projet Intergeo



Objectif : soutenir les enseignants dans leurs efforts  
d'intégration de la géométrie dynamique

Création d'une plateforme (i2geo.net) :

- Partage de ressources de qualité
- Recherche de ressources facilitée :
  - ontologie de compétences ;
  - prise en compte de l'évaluation de la qualité
- Échanges de « bonnes pratiques »

# Ressources : conception, partage et démarche qualité



## Qualité : 9 dimensions de la ressource (Trgalova & Jahn, 2013)

- Métadonnées
- Dimension technique
- Contenu mathématique
- Dimension instrumentale du contenu
- Apports de la géométrie dynamique
- Mise en œuvre didactique
- Mise en œuvre pédagogique
- Intégration dans une progression
- Dimension ergonomique

Questionnaire  
en ligne

# Apports de la géométrie dynamique

## Consigne.

### Propriété de l'aire d'un triangle.

1) Marque trois points A, B, C, puis construis un triangle ABC en traçant les segments [AB] ; [AC], [BC]. Ton triangle doit être quelconque, assez grand et tous ses angles doivent être aigus.

2) Construis la droite (BC).

3) Construis la droite parallèle à la droite (BC) qui passe par le point A. Colore ces deux droites en rouge.

4) Place sur cette parallèle les points A1, A2, A3 bouton .

5) en utilisant le bouton termine la construction des triangles A1BC, A2BC, A3BC.

6) Dans la zone Analyse recopie:

aire(ABC)=

aire(A1BC)=

aire(A2BC)=

aire(A3BC)=            puis appuie sur F9.

7) Que remarques- tu? reponds sur la feuille.

8) a) Construis la hauteur issue de A du triangle ABC, appelle H l'intersection de cette hauteur et de la droite (BC).

b) Construis la hauteur issue de A1 du triangle A1BC, appelle H1 l'intersection de cette hauteur et de la droite (BC).

c) Construis la hauteur issue de A2 du triangle A2BC, appelle H2 l'intersection de cette hauteur et de la droite (BC).

d) Construis la hauteur issue de A3 du triangle A3BC, appelle H3 l'intersection de cette hauteur et de la droite (BC).

Colore les quatre hauteurs en vert.

8) Dans la zone Analyse recopie:

AH=

A1H1=

A2H2=

A3H3=            puis appuie sur F9.

9) Que remarques - tu? Réponds au questions sur la feuille.

10) Valide ton exercice .

# Implémentation didactique

## 61 Résoudre un problème (Transmath 5<sup>e</sup>, Nathan, édition 2014, p. 248)

M. Seguin a un champ carré de 20 m de côté. Il attache sa chèvre Honorine avec une corde à l'un des sommets de son champ.

M. Seguin souhaite connaître la longueur maximale de la corde pour que Honorine ne puisse pas brouter plus de la moitié du champ.

### 1. Réaliser une figure

a. Tracer un segment [DC] de longueur 20

(  Segment de longueur donnée ).

b. Tracer un carré ABCD (utiliser

 Polygone régulier ).

c. Créer un curseur  $r$  allant de 0 à 20 avec pour incrément 0,01 (utiliser  Curseur ).

d. Tracer le cercle de centre D et e rayon  $r$

(  Cercle (centre-rayon) ).

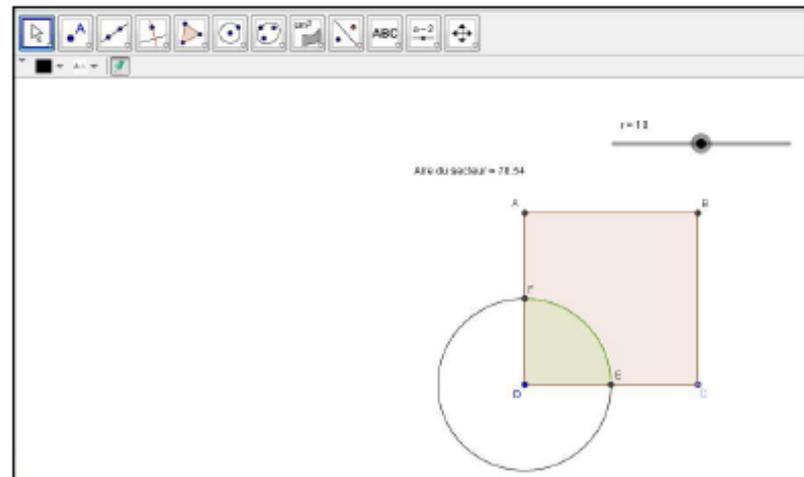
e. Nommer E et F ses points d'intersection avec les côtés du carré.

f. Créer le quart de disque à l'intérieur du carré (  Secteur circulaire (centre-2 points) ).

### 2. Estimer la longueur

a. Afficher l'aire du quart de disque.

b. Déplacer le curseur et déterminer la longueur maximale, en m, de la corde pour que Honorine ne puisse pas brouter plus de la moitié du champ. Donner la valeur approchée par défaut au centième près.



# Ressources : conception, partage et démarche qualité



## Questionnaire de qualité : plusieurs fonctions

- Évaluateur : repérer des « faiblesses » de la ressource => support d'amélioration

Boutons radios: pas d'accord : plus à gauche, d'accord : plus à droite

▶	◆◆◆◆	La description de la ressource est complète (thème, notions et compétence, niveau scolaire, pré-requis, mise en œuvre en classe, durée).
▶	◆◆◆◆	Les fichiers sont techniquement utilisables
▶	◆◆◆◆	Le contenu mathématique est valide et utilisable dans la classe pour travailler les notions et compétences annoncées
▼	◆◆◆◆	L'interaction avec les figures de géométrie dynamique est valide et cohérente avec l'activité mathématique prévue
	◆◆◆◆	Les figures de géométrie dynamique se comportent de manière cohérente par rapport à l'activité mathématique prévue
	◆◆◆◆	La figure se comporte de manière cohérente par rapport à l'activité
	◆◆◆◆	Poussée dans leurs limites, les figures "résistent bien"
	◆◆◆◆	Les valeurs numériques ( mesures d'angles, de longueurs) ne remettent pas en cause le déroulement de l'activité
	◆◆◆◆	Les fonctionnalités avancées, comme l'usage du clavier ou de macro-constructions, sont bien décrites

Commentaires:  
The angle is really an element in R while only an acute angle is shown.

# Ressources : conception, partage et démarche qualité



## Questionnaire de qualité : plusieurs fonctions

- Évaluateur : repérer des « faiblesses » de la ressource => support d'amélioration
- Utilisateur : mieux comprendre le contenu de la ressource => support d'appropriation
- Auteur : disposer d'un guide de conception => support de conception

# Quels enseignements ?



Vision subjective de la qualité, fonction de l'expertise des enseignants

« Esprit » communautaire nécessaire :

- Accepter le regard des autres sur ses ressources, ses pratiques
- Fournir un effort pour contribuer à la communauté (partager ses ressources, évaluer les ressources des autres)

Appui sur des réseaux existants  
Accompagnement

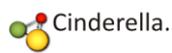
# Des projets en cours centrés sur la créativité et la collaboration



## c-book



**DME:**  
The Digital  
Mathematics  
Environment



**Cinderella:**  
Interactive  
geometry  
software



**E-Slate:** creating highly  
interactive educational  
software in a rapid  
prototyping manner.



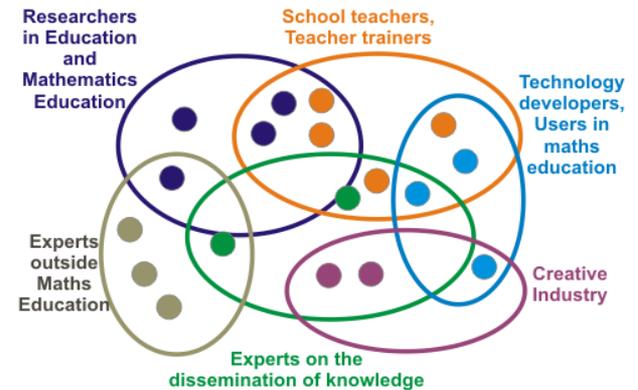
**EpsilonWriter,  
EpsilonChat:**  
Dynamic algebra -  
Communicate with  
math formulas



**eXpresser:** A digital  
environment for  
understanding algebra



**GeoGebra:** Dynamic Mathematics Software  
facilitating dynamic geometry

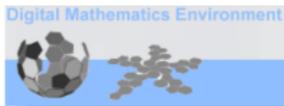


Conception collaborative de ressources pour développer la créativité en mathématiques

# Des projets en cours centrés sur la créativité et la collaboration



## c-book



**DME:**  
The Digital  
Mathematics  
Environment



**Cinderella.**

**Cinderella:**  
Interactive  
geometry  
software



**E-Slate:** creating highly  
interactive educational  
software in a rapid  
prototyping manner.



**EpsilonWriter,  
EpsilonChat:**  
Dynamic algebra -  
Communicate with  
math formulas



**eXpresser:** A digital  
environment for  
understanding algebra

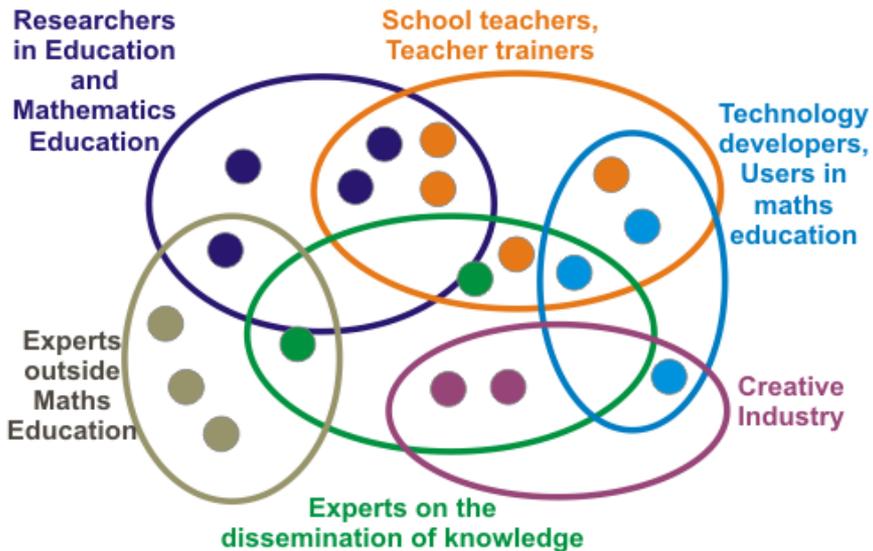


**GeoGebra:** Dynamic Mathematics Software  
facilitating dynamic geometry

## Technologie « c-book » :

- Environnement auteur ;
- Applications interactives interopérables ;
- Création de c-books (livres électroniques) ;
- Rétroactions adaptées pour soutenir l'apprentissage et la créativité.

# Des projets en cours centrés sur la créativité et la collaboration



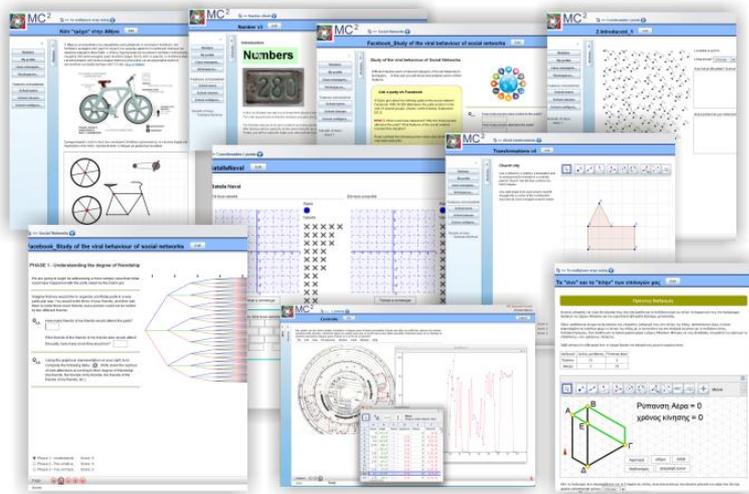
## Communauté d'intérêt :

- Membres de divers domaines d'expertise ;
- Conception collaborative de ressources ;
- Communication via un espace de travail (journal de bord de la conception).

# Des projets en cours centrés sur la créativité et la collaboration



## Créativité en mathématiques (Guilford 1962) :



- **Fluidité** : comportement axé vers la productivité ;
- **Flexibilité** : souplesse devant les problèmes ;
- **Originalité** : comportement audacieux, tourné vers le nouveau et l'imprévu ;
- **Élaboration** : capacité de restructuration d'une situation.

# Des projets en cours centrés sur la créativité et la collaboration



Edition Style Zoom Tableau Résultat Options LANG Aide

Cal Tracer  $\sqrt{\leq}$  { → sin ∈  $\forall \Rightarrow$  [ ]  $\int \Sigma$   $\alpha \beta$

↶ ↷ 📷 🔍  $\sqrt{x}$  ab  Math auto

**A** **A** **A<sup>2</sup>** **A<sup>3</sup>** **A<sup>4</sup>**  🔍 🔍

**Donnez 10 expressions représentant le nombre 60 dans**  
*Vous pouvez utiliser les opérateurs + - × etc.*  
*Pour évaluer vos réponses, cliquez sur le bouton + en bas puis survolez les icônes pour lire les explications.*

1	$20 + 40$	✓	1
2	$6 \times 10$	✓	1
3	$100 - 40$	✓	1
4	$8^2 - 4$	✓	1
5	$2 \times 3 \times 10$	✓	1
6	$30 + 30$	=	0,5
7	$\sqrt{3600}$	✓	1
8			
9			
10			

Score:  $\frac{6,5}{10}$

- **Fluidité** : comportement axé vers la productivité
- **Flexibilité** : souplesse devant les problèmes
- **Originalité** : comportement audacieux, tourné vers le nouveau et l'imprévu

# Quels enseignements ?



Ressorts de la créativité sociale parmi les concepteurs de ressources :

- Diversité de profils de concepteurs
- Synergie entre développeurs de technologies, chercheurs et enseignants (utilisateurs potentiels)
- Partage de rôles (pilotage, animation, développement, évaluation)

# Perspectives pour une plateforme de ressources au service de la stratégie mathématiques

Combiner ressources « clé en main » et germes de ressources ; activités isolées vs séquences d'activités (cf. LÉA Sesames)

Penser des *modèles communs* de ressources, penser qualité et *créativité* des acteurs (enseignants comme élèves)

Penser un cadre commun de conception collaborative pour des *petites fabriques* de ressources critiques, impliquant la recherche, et inscrits dans des dynamiques d'établissement (les LÉA en particulier) – ACE, PERMES, Caprico, M@gistère...

Penser des dispositifs d'accompagnement des processus d'appropriation et d'usage des ressources

# Perspectives pour une plateforme de ressources au service de la stratégie mathématiques



Penser le développement d'une plateforme de ressources largement ouverte aux acteurs

Soutenir le développement de dispositifs expérimentaux avancés, l'exemple du MOOC eFAN Maths

Développer un cadre de réflexion commun institution/praticiens/chercheurs en soutien à la stratégie mathématiques (perspective d'un séminaire national ressources et collectifs dans le cadre de ReVEA)

# Références

Chevallard, Y. (1997). Familiale et problématique, la figure du professeur. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(3), 17-54.

Gueudet, G., & Trouche, L. (dir.) (2010). *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. PUR et INRP: Rennes et Lyon.

Guilford, J. P. (1962). Potentiality for creativity, *Gift. Child. Quart.*, 6(3), 87-90.

Guin D., & Trouche, L. (2008). Un assistant méthodologique pour étayer le travail documentaire des professeurs : le cédérom SFoDEM 2006, *Repères-IREM*, 72, 5-24

Intergeo (2007-2010). <http://i2geo.net> (site du projet Intergeo)

Matheron, Y., & Quilio, S. (2014). L'accès au milieu scolaire pour l'élaboration et l'expérimentation d'ingénieries didactiques de recherche : conditions et contraintes. Le dispositif des LÉA (Lieux d'Éducation Associés à l'IFÉ). In A.-C. Mathé, & E. Mounier (Éds). *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques* (pp. 80-91). Paris: IREM, Université Paris Diderot.

MC Squared (2013-2016). <http://mc2-project.eu/> (site du projet européen MC Squared).

OCDE (2015). *Connectés pour apprendre*.

ReVEA (2013-2018). [www.anr-revea.fr](http://www.anr-revea.fr) (site du projet ANR ReVEA)

SFoDEM (2000-2006). <http://www.math.univ-montp2.fr/sfodem/>

Robertson, A. (2006). *Introduction aux banques d'objets d'apprentissage en français au Canada*, Rapport pour le Réseau d'enseignement francophone à distance du Canada. En ligne <http://www.refad.ca/>

Trgalová, J., & Jahn, A. P. (2013). Quality issue in the design and use of resources by mathematics teachers. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education* 45(7), 973-986.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. Cambridge University Press.