



FORMATION  
MATHS-INTERDISCIPLINARITÉ  
ANCP

3 NOVEMBRE 2017  
INSPECTION DU TAMPON 2  
CHANTAL TUFFÉRY-ROCHDI      ISABELLE PAYET

# La démarche d'investigation (DI) en mathématiques

## Plan de la journée

- Première partie : définition du vocabulaire didactique

Pratique et échanges autour de la DI en mathématiques

- Deuxième partie : Réflexions et échanges sur l'analyse et l'évaluation de séances fondées sur des DI (côté enseignant)

- Troisième partie : Réflexions et échanges sur l'analyse et l'évaluation de séances fondées sur des DI (côté élève)



PREMIÈRE PARTIE :  
DÉFINITION DU  
VOCABULAIRE DIDACTIQUE

# Première partie de la séance : Définition du vocabulaire didactique

**Première étape : (20 minutes)**

**19 inscrits : 5 groupes de 4**

Chaque groupe doit compléter la fiche distribuée et définir les 5 mots de vocabulaire proposés : problème ouvert, situation problème, tâche complexe, narration de recherche, démarche d'investigation.

**Deuxième étape : (30 minutes)**

Bilan : mise au point du vocabulaire à partir des propositions des différents groupes.

# Vocabulaire à définir

<b>Tâche complexe</b>	
<b>Démarche d'investigation</b>	
<b>Problème ouvert</b>	
<b>Situation problème</b>	
<b>Narration de recherche</b>	

# Problème ouvert

Énoncé court qui n'induit ni la méthode, ni la solution (pas de questions intermédiaires).

Situation de départ simple qui permet aux élèves de s'engager rapidement dans des essais, des calculs, des schémas...

La solution ne doit pas être évidente, il peut y avoir plusieurs solutions possibles et différentes méthodes de résolution.

**L'élève a les moyens de résoudre le problème ouvert.**

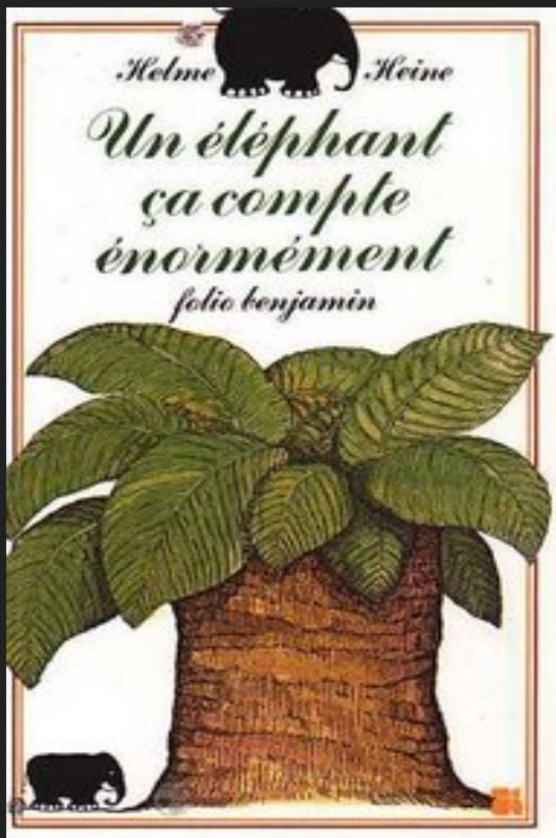
Exemple de problème ouvert :  
Quelle est à peu près la taille de ce Géant ?



<https://educationdidactique.revues.org/pdf/1806>

# Exemple de problème ouvert : Un éléphant ça compte énormément

## « Un éléphant ça compte énormément »



**Niveau :** CE2-CM1

Un éléphant fait une crotte par jour la 1<sup>ère</sup> année de sa vie, 2 par jour la seconde année et ainsi de suite jusqu'à ses 50 ans puis ses crottes diminuent d'une par jour et par an jusqu'à sa mort au bout de sa 100<sup>ème</sup> année.

Combien de crottes a-t-il fait jusqu'à ses 50 ans ?  
jusqu'à sa mort ?

C'est un thème qui plait beaucoup aux élèves !!!

### **Références :**

"Un éléphant, ça compte énormément", Helme Heine  
(Folio Benjamin, Gallimard, 1981)

Ce livre n'est plus édité mais on le trouve assez facilement dans les BCD et les bibliothèques municipales.



# Situation problème

S'appuie sur un modèle constructiviste de l'enseignement.

**Vise la construction d'un nouveau savoir.**

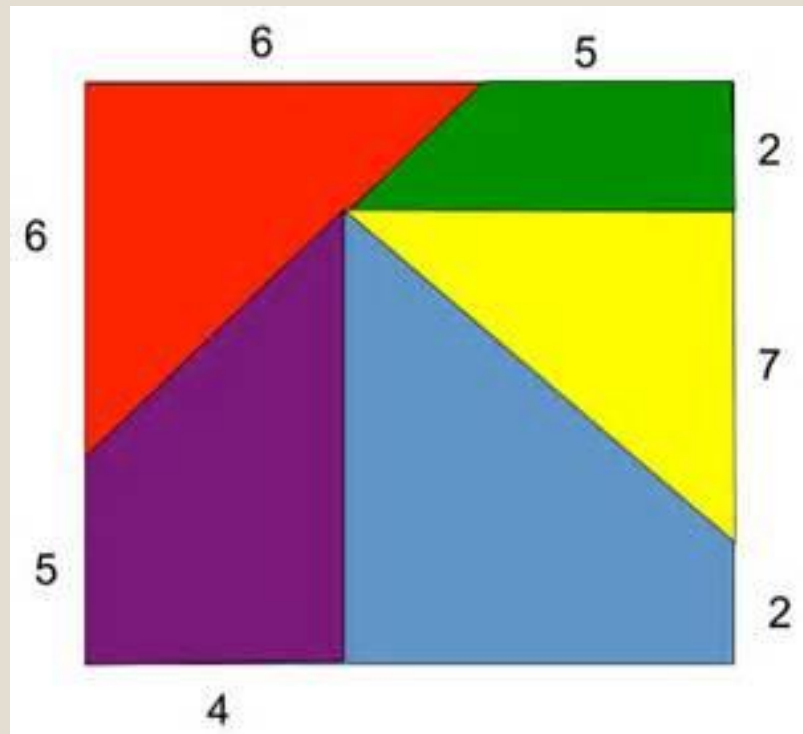
- Au travers de la résolution du problème, les élèves doivent se rendre compte de l'insuffisance de leurs connaissances antérieures.

- Les nouvelles notions sont amenées comme outil nécessaire à la résolution du problème.

Modèle élaboré à la suite de travaux de psychologues généticiens, en particulier de J. Piaget, L. Vygotsky, d'épistémologues comme G. Bachelard et du travail des didacticiens des mathématiques comme G. Brousseau, Y. Chevallard, G. Vergnaud, R. Douady...

# Exemples de situation-problème

Les fourmillions (ERMEL):  
Dénombrer une collection pour  
introduire le système décimal



Le puzzle de Brousseau :  
agrandissement d'une figure

# Tâche complexe

Tâche mobilisant des ressources internes (connaissances, compétences scolaires ou extra-scolaires) et des ressources externes (fiches techniques, ressources documentaires, aides méthodologiques ...).

On place l'élève face un problème motivant, souvent issu de situations concrètes. On lui précise ce qu'il doit faire sans lui dire comment.

Une tâche complexe ne se réduit pas à l'application d'une procédure automatique. Chaque élève peut adopter une démarche personnelle de résolution pour réaliser la tâche.

# Exemple de tâche complexe : Pose d'un parquet collé

Lili décide de poser du parquet dans son appartement de 32 m<sup>2</sup>.

Elle va coller son parquet.

Elle va ensuite vernir le parquet collé et passer une couche de durcisseur afin de le protéger.

Lili prend des renseignements sur les tarifs dans deux magasins :



## **Magasin A (Prix au détail) :**

**Parquet** (le m<sup>2</sup>) : 29 €

**Colle** (pour 20 m<sup>2</sup>) : 18,20 € le pot

**Vernis** (le pot de 5L) : 12,70 € pour 8 m<sup>2</sup>

**Durcisseur** (pour 12 m<sup>2</sup>) : 38,40 € le pot

## **Magasin B (Prix promotion) :**

Parquet : 20 € le m<sup>2</sup>

Forfait « **Pose complète** » : 16 € le m<sup>2</sup>.

Quel magasin Lili va-t-elle choisir ?

Quelle(s) remarque(s) peux-tu faire ?

# Narration de recherche

« Exposé détaillé, écrit par l'élève lui-même, de la suite des activités qu'il met en œuvre lors de la recherche des solutions d'un problème de mathématique ». (Luis Païs)

Une narration de recherche est plutôt une façon ou une méthode de présenter, gérer ces problèmes où l'aspect « histoire de la recherche » est privilégié.



PREMIÈRE PARTIE :  
ÉCHANGES AUTOUR  
DE LA DI

# De la leçon de choses à la DI

## La leçon de choses

### Marie Pape-Carpantier (1815-1878)

1887 : dans les instructions officielles explicitement rattachées aux sciences.

Rupture avec la méthode traditionnelle : l'élève écoutait le maître et mémorisait le manuel.

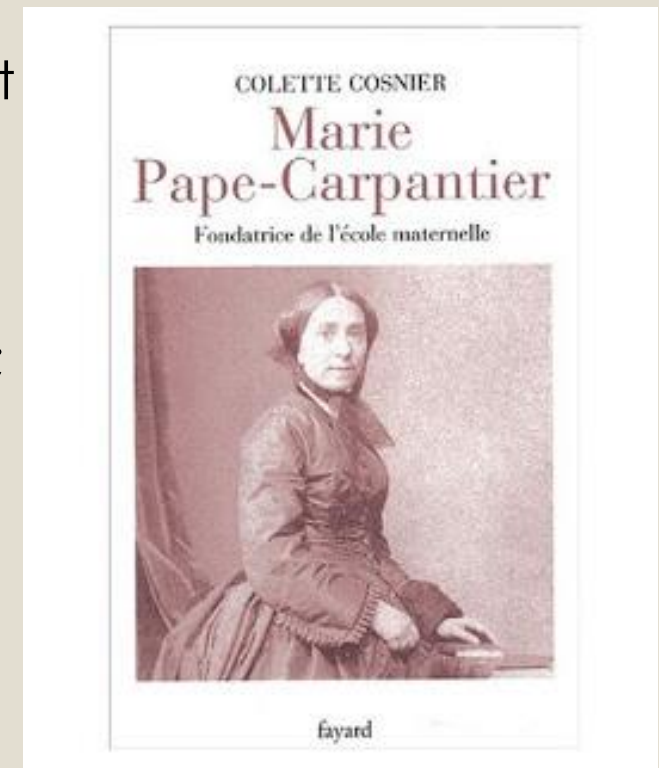
La leçon de choses repose :

- sur une approche inductive : à partir de l'observation et de l'expérience on tire des faits que l'on généralise sous forme de lois ;
- sur une vision positiviste : la science apporte une réponse à tout.

Sous-estime

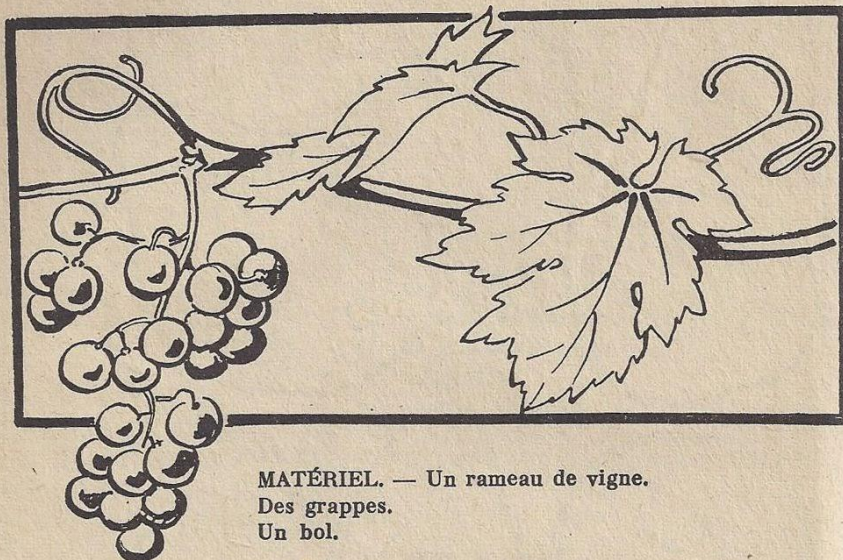
- l'existence de cadres théoriques constitués au cours de l'histoire ;
- la présence de représentations préalables des élèves.

Dérives : la leçon de choses se résume à une leçon de mots faite à partir de gravures accrochées au tableau.





## 8. — Le raisin



MATÉRIEL. — Un rameau de vigne.  
Des grappes.  
Un bol.

### I. OBSERVATIONS

1. La **grappe**, formée de plusieurs grappillons, est toujours attachée sur la tige en face d'une feuille ou d'une vrille.
2. La **rafle** solide, verdâtre, d'un goût âcre, conduit dans les grains la sève nourricière.
3. La **baie**, qu'on appelle à tort un *grain*, presque ronde, comprend :
  - a) La *pellicule* translucide, contenant une matière colorante.
  - b) La *pulpe*, qui colle aux doigts (jus sucré).
  - c) Les *pépins*, véritables grains de la vigne attachés à la rafle par des cordons nourriciers.  
Ils renferment un germe.

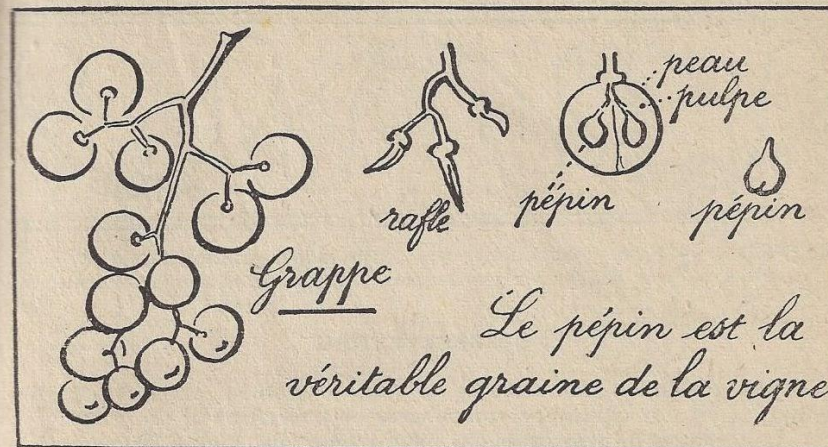
### II. EXPÉRIENCES

1. Ecraser une grappe et recueillir le jus pour avoir du vin.
2. Ecraser un pépin sur une feuille de papier. On observera une tache huileuse.

### III. CONCLUSIONS

La grappe de raisin est formée de baies qui sont autant de fruits.  
Chaque baie contient une pulpe juteuse et des graines ou pépins. Le pépin en germant peut donner un pied de vigne.

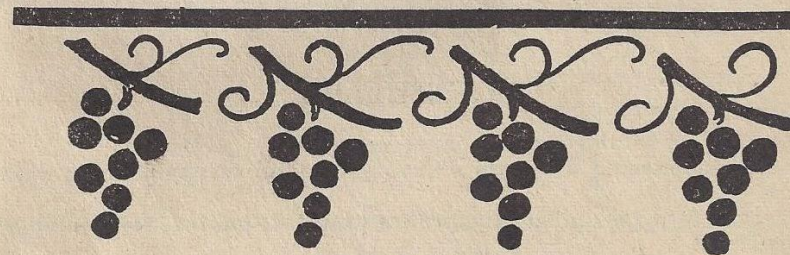
## RÉSUMÉ



### VOCABULAIRE

Le raisin est le fruit de la *vigne*.  
Le grain de raisin est une *baie*.  
Les baies groupées forment une *grappe*.  
La Champagne, la Bourgogne, le Roussillon, la région de Bordeaux sont des pays *vignobles*.  
La pulpe du raisin est *juteuse* et *sucrée*.  
La pellicule qui protège la pulpe est une enveloppe *protectrice*.  
J'aime à *égrapper* le raisin et à *déguster* la pulpe délicieuse.

### DESSIN



Les grappes de raisin.



# De la leçon de choses à la DI

## Les activités d'éveil

1969 : le tiers-temps pédagogique

- apprentissages fondamentaux (le français et les mathématiques);
- disciplines d'éveil (les sciences, l'histoire, la géographie, les activités artistiques);
- éducation physique.

On passe de la méthode inductive au constructivisme (Jean Piaget): c'est l'enfant qui, en agissant sur le réel, construit ses connaissances. L'accent est mis sur la démarche. On part du questionnement de l'enfant et de ses représentations.

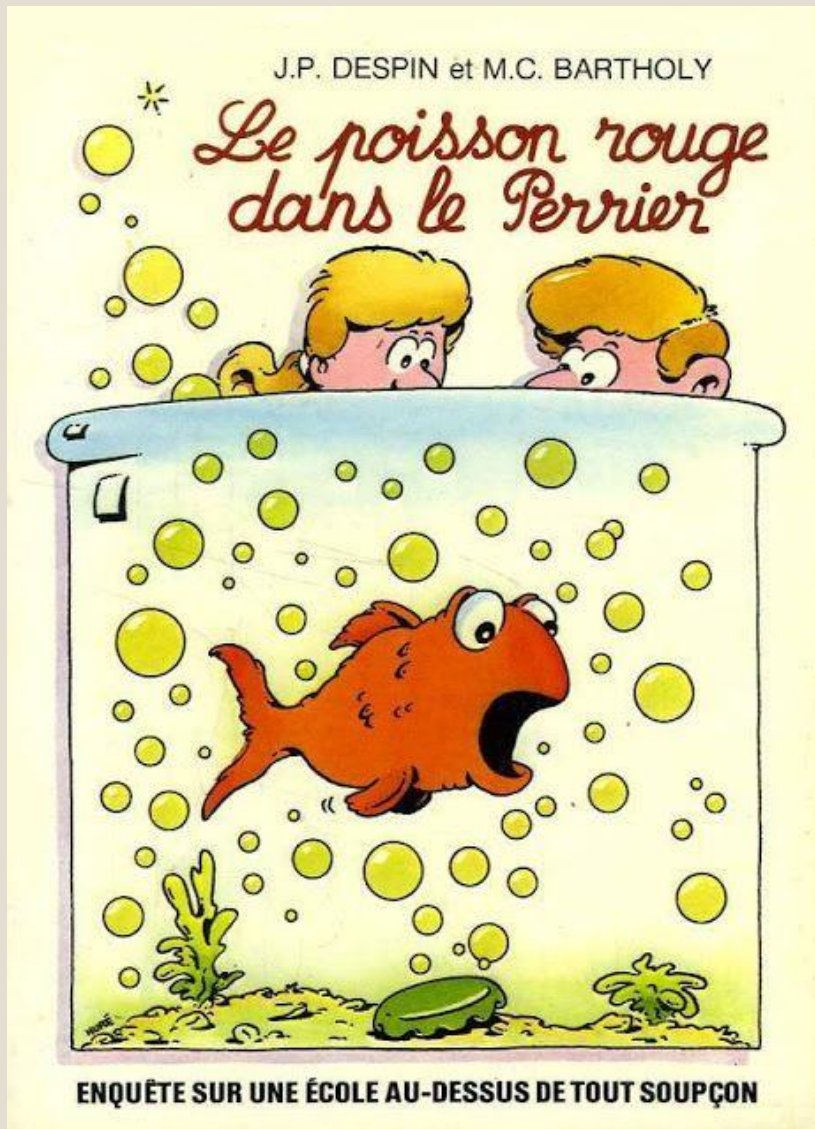
Victor Host, l'INRP (Institut National de Recherche Pédagogique), de 1969 à 1979, l'unité de recherche sur la didactique des sciences expérimentales pour les élèves de 6 à 14 ans.

Dérive du ''tout méthodologique'' : les connaissances scientifiques visées n'ont pas d'importance, l'important est de mettre l'élève en situation de chercheur.

On insiste sur la démarche au détriment des contenus, des savoirs de référence.

En 1985, Jean-Pierre Chevènement rétablit les disciplines. L'enseignement des sciences à l'école primaire est délaissé.

# Le poisson rouge dans le Perrier (fin 1983)



« La pédagogie nouvelle se caractérise par le spontanéisme absolu et la libre expression. Ne rien apprendre, mais faire tout découvrir est son leitmotiv ; substituer les activités aux connaissances, le jeu à l'exercice, son ultime recherche. L'enseignement primaire d'aujourd'hui consiste essentiellement en sorties ou enquêtes de tous genres, en confection de dossiers, en manipulations tous azimuts, autant d'activités qui se font aux dépens d'une véritable acquisition de connaissances. »

« le tâtonnement expérimental apparaît comme une fin en soi : l'objectif pédagogique n'est pas de trouver, mais de chercher, de proposer des hypothèses aussi farfelues soient-elles et de manipuler. »



## De la leçon de choses à la DI La main à la pâte

1996, Georges Charpak, Pierre Léna, Yves Quéré

### **Rénover l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire en développant un enseignement fondé sur l'investigation**



1. *Mise en place d'une situation proche de l'intérêt de l'enfant avec questionnement libre.*
2. *A partir de ce questionnement, formuler un problème scientifique.*
3. *Faire émerger les représentations initiales des enfants au sujet de ce problème.*
4. *Organiser la confrontation des idées des enfants, lister les hypothèses d'explication.*
5. *Rechercher des données pour savoir qui a raison et mettre en place des activités par petits groupes :*
  - *Observation, expériences, mesures...*
  - *Recherches documentaires, enquêtes...*
  - *Comparaison, classement, identification...*
6. *Mise en commun et temps de synthèse pour construire un système explicatif opératoire : Résumé, tableau, schéma, maquette, etc.*

De la leçon de choses à la DI  
Le Plan de Rénovation des Sciences et de la Technologie à l'Ecole  
(PRESTE), BO n°23 du 15 juin 2000

Se réfère largement à la démarche de « La main à la pâte ».

La démarche attendue, le rôle des élèves et celui du maître y sont longuement explicités.

Incite les enseignants à utiliser les ressources de La main à la pâte.

Et en mathématiques ?



# Rapport Rocard 2007

Constat chiffré de la baisse des effectifs dans les filières scientifiques et mathématiques en France et en Europe.

Raison principale avancée : la façon dont les sciences et les mathématiques sont enseignés, avec des méthodes jugées trop déductives.

Nécessité d'un renouvellement des méthodes pédagogiques de l'enseignement des sciences et des mathématiques dès le primaire.

Prône un enseignement basé sur une démarche d'investigation (Inquiry-Based-Science-Education IBSE) et sur la résolution de problèmes en mathématiques (Problème-Base-Learning PBL).



L'enseignement basé sur les problèmes désigne un environnement d'apprentissage dans lequel les problèmes guident l'apprentissage. Autrement dit, l'apprentissage commence par un problème à résoudre et le dit problème est posé de façon à obliger les enfants à acquérir de nouvelles connaissances avant même l'étape de résolution proprement dite. Plutôt que de rechercher une réponse correcte unique, les enfants interprètent le problème, recueillent les informations nécessaires, identifient les solutions possibles, évaluent les différentes options disponibles et formulent des conclusions. L'enseignement des scien-



## **En 2006, la DI définie par un canevas en 7 étapes dans l'introduction commune aux programmes de mathématiques, SVT, SPC et technologie du collège**

1. Le choix d'une situation-problème.
2. L'appropriation du problème par les élèves.
3. La formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles.
4. L'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves.
5. L'échange argumenté autour des propositions élaborées.
6. L'acquisition et la structuration des connaissances.
7. La mobilisation des connaissances.



# Programme 2015

## ► CYCLE 2 MATHÉMATIQUES

### Compétences travaillées

#### Chercher

- » S'engager dans une démarche de résolution de problèmes en observant, en posant des questions, en manipulant, en expérimentant, en émettant des hypothèses, si besoin avec l'accompagnement du professeur après un temps de recherche autonome.
- » Tester, essayer plusieurs pistes proposées par soi-même, les autres élèves ou le professeur.

#### Communiquer

- » Utiliser l'oral et l'écrit, le langage naturel puis quelques représentations et quelques symboles pour expliciter des démarches, argumenter des raisonnements.

# Programme 2015

## ► CYCLE 3 MATHÉMATIQUES

### Compétences travaillées

#### Chercher

- » Prélever et organiser les informations nécessaires à la résolution de problèmes à partir de supports variés : textes, tableaux, diagrammes, graphiques, dessins, schémas, etc.
- » S'engager dans une démarche, observer, questionner, manipuler, expérimenter, émettre des hypothèses, en mobilisant des outils ou des procédures mathématiques déjà rencontrés, en élaborant un raisonnement adapté à une situation nouvelle.
- » Tester, essayer plusieurs pistes de résolution.

#### Communiquer

- » Utiliser progressivement un vocabulaire adéquat et/ou des notations adaptées pour décrire une situation, exposer une argumentation.
- » Expliquer sa démarche ou son raisonnement, comprendre les explications d'un autre et argumenter dans l'échange.



PREMIÈRE PARTIE :  
PRATIQUE D'UNE DI

# Pratique d'une DI

## Nombre de diagonales d'un polygone

Quel est le nombre de diagonales d'un polygone ?

Autrement dit, donner un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ses diagonales.

# Pratique d'une DI

## Nombre de diagonales d'un polygone

Quel est le nombre de diagonales d'un polygone ?

Autrement dit, donner un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ses diagonales.

**5 min : Recherche individuelle**

**Première mise en commun**

**15/20 min : Recherche en groupe**

**Bilan**

Objectifs visés par le temps de recherche individuel et la première mise en commun

# Objectifs visés par le temps de recherche individuel et la première mise en commun

Faire en sorte que chaque élève se sente concerné par le problème.

Vérifier la compréhension du problème : polygone, sommet, diagonale, polygone convexe/concave, croisé/non croisé, diagonale intérieure/extérieure du polygone.

Décider de ne considérer que des polygones convexes et non croisés.

Faire émerger les premières idées.

# Pratique d'une DI

## Nombre de diagonales d'un polygone

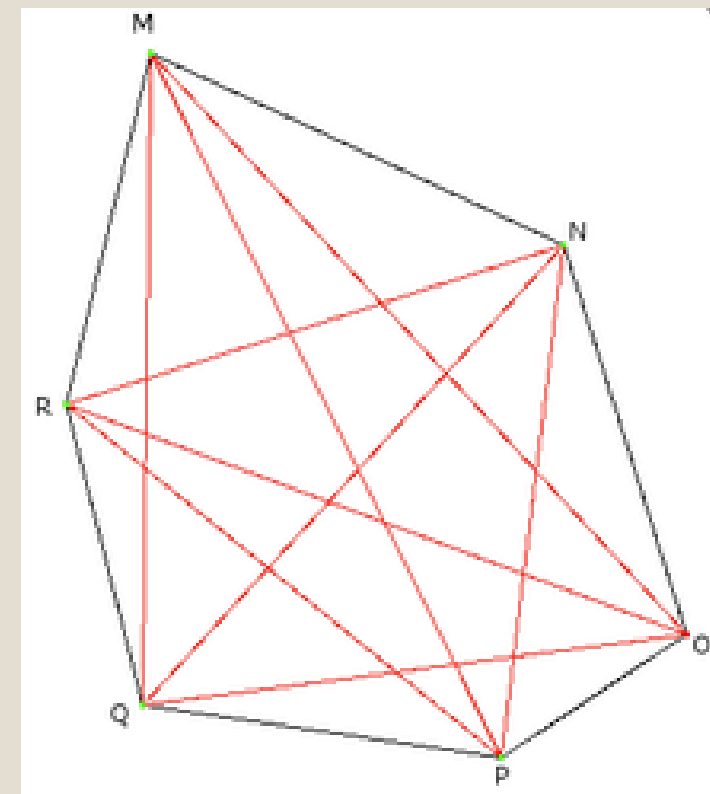
Quel est le nombre de diagonales d'un polygone ?  
Autrement dit, donner un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ses diagonales.

**5 min : Recherche individuelle**

**Première mise en commun**

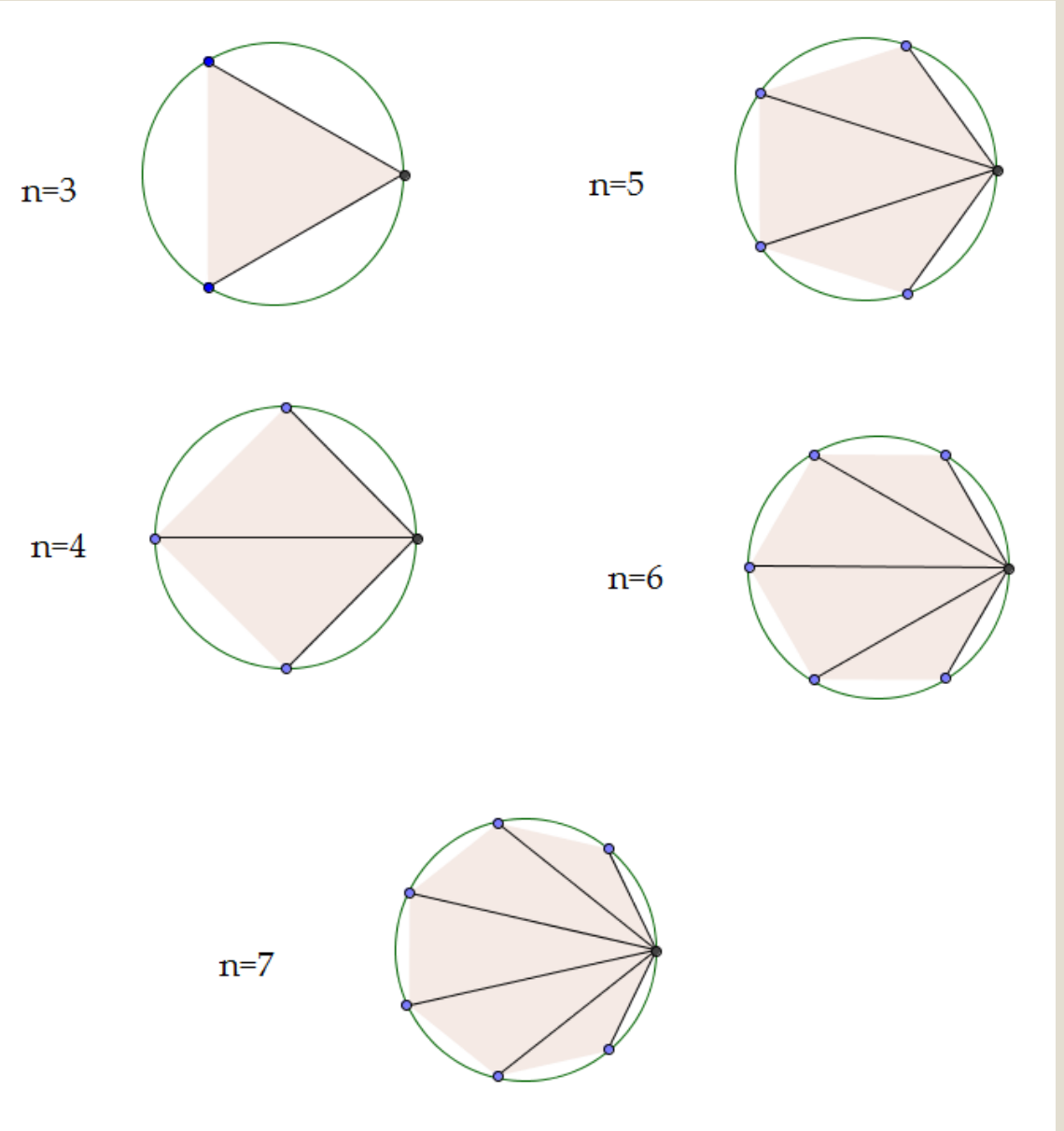
**15/20 min : Recherche en groupe**

**Bilan**





Aide possible :  
compter le nombre  
de diagonales  
issues de chaque  
sommet dans les  
cas suivants




# Bilan de la phase de recherche en groupe

<http://www.ecoles-rpi-broualan-trans.ac-rennes.fr/>


5 côtés  
2 2 1

5 diagonales



$2 + 2 + 1 = 5$

6 côtés  
6 2 3 1

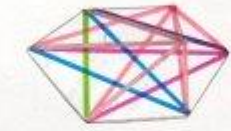


9 diagonales

$3 + 2 + 3 + 1 = 9$


7 côtés  
4 4 3 2 1

14 diagonales



$4 + 4 + 3 + 2 + 1 = 14$


8 côtés  
3 3 3 5 6



20 diagonales

$3 + 3 + 3 + 5 + 6 = 20$

9 côtés  
6 6 5 4 3 2 1

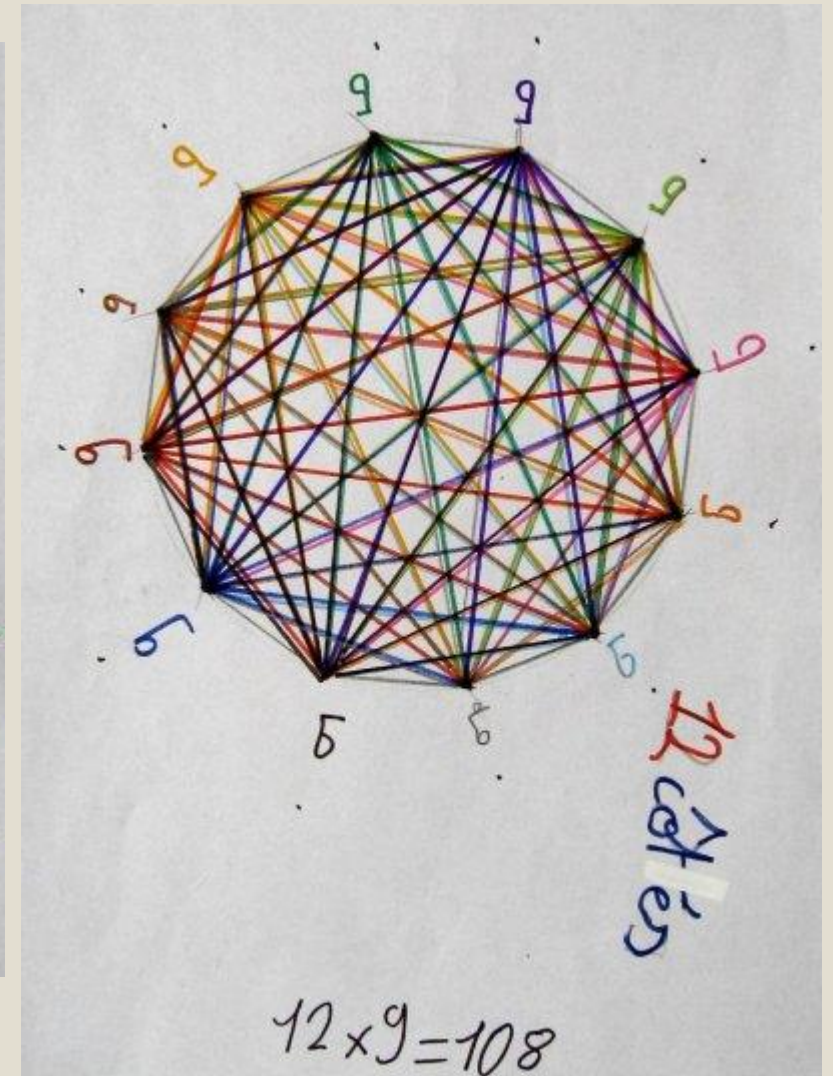
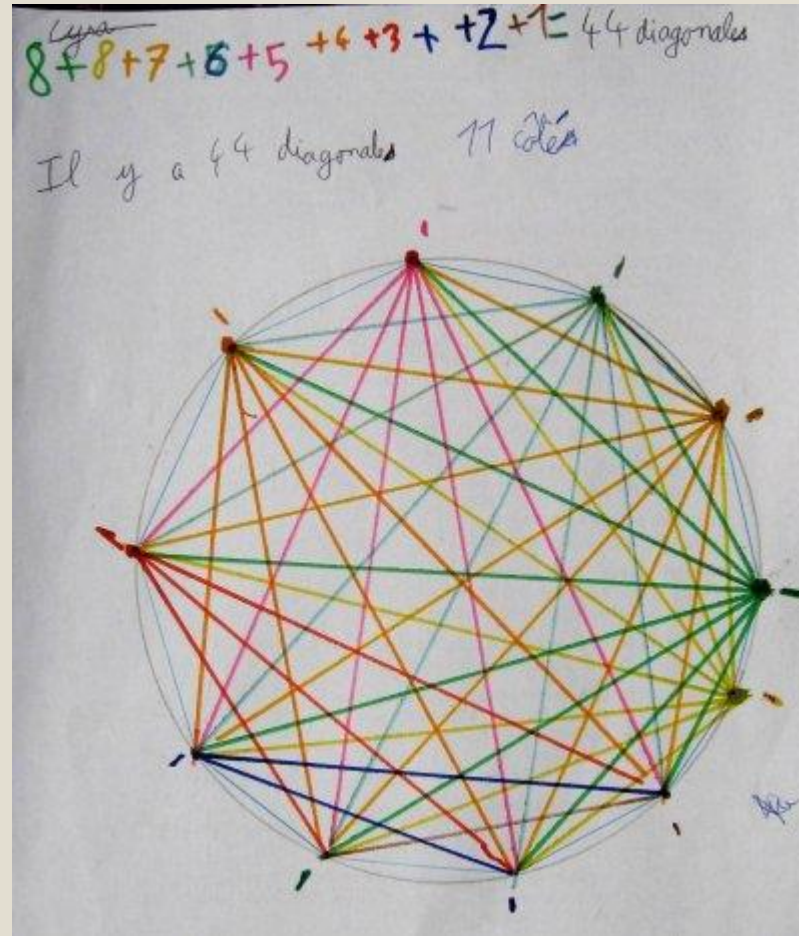
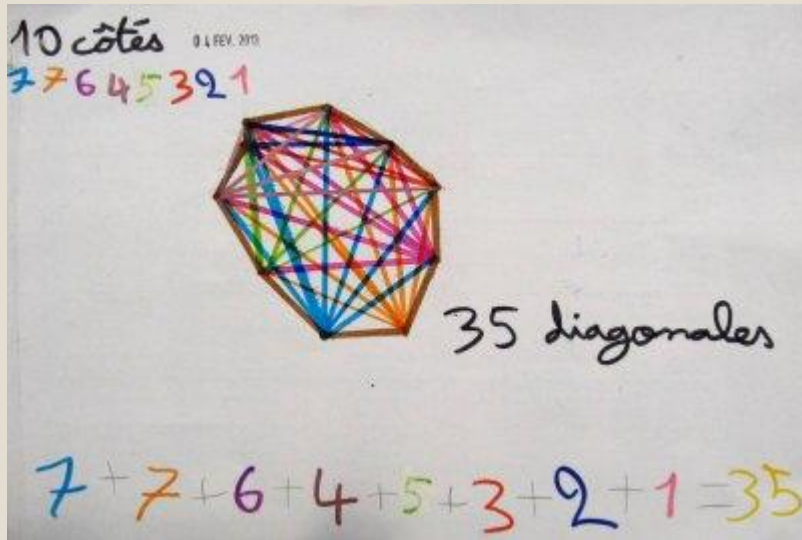


27 diagonales

$6 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 27$



<http://www.ecoles-rpi-broualan-trans.ac-rennes.fr/>



<http://www.ecoles-rpi-broualan-trans.ac-rennes.fr/>

$$\frac{l \times (l - 3)}{2}$$

<u>Polygones</u>	<u>Diagonales</u>	<u>Explication</u>
11	44	$(11 \times 8) \div 2$ $=$ $L \times L - 3 \times 2 =$
12	54	$(12 \times 9) \div 2$ $=$ $M \times M - 3 \times 2 =$
13	65	$(13 \times 10) \div 2$ $=$ $N \times N - 3 \times 2 =$
14	77	$(14 \times 11) \div 2$ $=$ $O \times O - 3 \times 2 =$
15	90	$(15 \times 12) \div 2$ $=$ $P \times P - 3 \times 2 =$
16	104	$(16 \times 13) \div 2$ $=$ $Q \times Q - 3 \times 2 =$
17	119	$(17 \times 14) \div 2$ $=$ $R \times R - 3 \times 2 =$



# Autre DI : Les lapins de Fibonacci

Possédant initialement un couple de lapins, combien de couples obtient-on en douze mois si chaque couple engendre tous les mois un nouveau couple à compter du deuxième mois de son existence ?





Jeune lapin



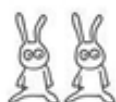
Lapin à maturité sexuelle



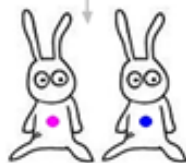
Reproduction



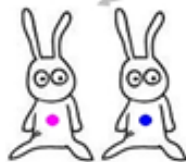
Croissance et conservation du couple



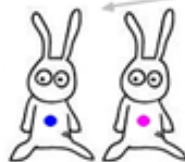
1er mois



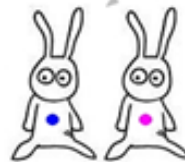
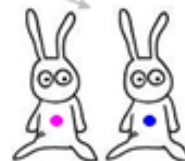
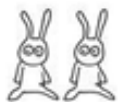
2ème mois



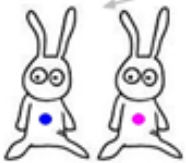
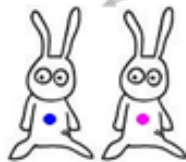
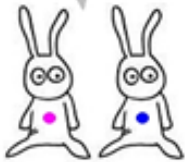
3ème mois



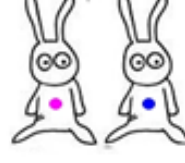
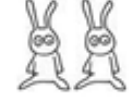
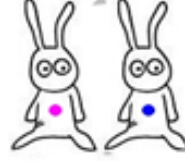
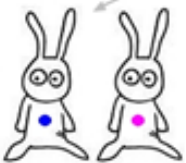
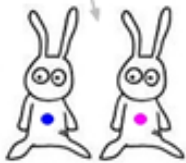
4ème mois



5ème mois



6ème mois



Et ainsi de suite...

# Autre DI : Les lapins de Fibonacci

Possédant initialement un couple de lapins, combien de couples obtient-on en douze mois si chaque couple engendre tous les mois un nouveau couple à compter du second mois de son existence ?



La suite trouvée est : 1 – 1 – 2 – 3 – 5 – 8 – 13 – 21 – 34 – 55 – 89 – 144



# Autre DI : Les portes de prison

Dans une prison, il y a 100 cellules numérotées 1, 2, 3, ... , 100. Les portes des cellules peuvent être dans deux états : ouvertes ou fermées. On passe d'un état à l'autre en faisant faire un demi-tour au bouton de la porte.

Au moment où commence l'histoire, toutes les cellules sont occupées et toutes les portes sont fermées. Pour fêter son anniversaire, le roi décide d'une amnistie. Il donne au directeur de la prison les ordres suivants :

« Tournez successivement d'un demi-tour les boutons de toutes les portes, puis d'une porte sur deux, à partir de la deuxième, puis d'une porte sur trois, à partir de la troisième, puis d'une porte sur quatre, à partir de la quatrième... Continuez ainsi jusqu'à la dernière cellule. Libérez alors les prisonniers dont la porte de la cellule est ouverte. »

Quels seront les prisonniers libérés ?





# Explications

Les diviseurs d'un nombre sont toujours en nombre pair

$$1 \times 12$$

$$2 \times 6$$

$$3 \times 4$$



# Explications

Les diviseurs d'un nombre sont toujours en nombre pair

$$1 \times 12$$

$$2 \times 6$$

$$3 \times 4$$

Sauf pour les carrés parfaits

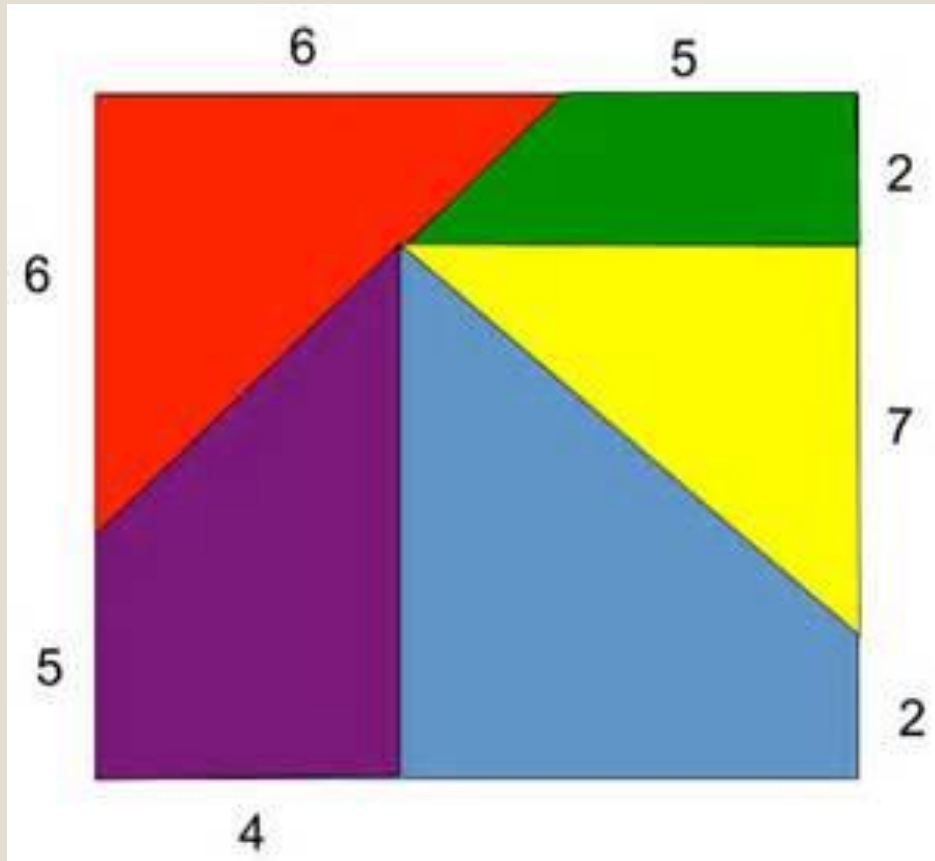
$$1 \times 16$$

$$2 \times 8$$

$$4 \times 4$$



# Le puzzle de Brousseau



Agrandir le puzzle de telle façon que le côté de mesure 4 cm fasse 6 cm.

Chaque élève du groupe est responsable d'une pièce du puzzle.

La validation se fait par reconstitution du puzzle agrandi.



DEUXIÈME PARTIE :  
COMMENT  
ANALYSER/ÉVALUER UNE  
SÉANCE FONDÉE SUR UNE DI  
CÔTÉ ENSEIGNANT



# Deuxième partie de la séance

## **Questionnement :**

Vous observez un enseignant qui mène une séance fondée sur une DI, quels sont vos critères d'observation ?

Qu'est ce qui vous permet de dire que la séance est/n'est pas fondée sur une DI, que la séance est bien menée, que l'objectif est atteint ... ?

Sur quels points insistez-vous lors de l'entretien post séance avec l'enseignant ?

**Travail de groupe (30 minutes)**

**Bilan (30 minutes)**

<b>RÔLE DU PROFESSEUR EN TERMES DE GESTION DE SÉANCE</b>	<b>RÔLE DU PROFESSEUR CONCERNANT LE CONTENU DIDACTIQUE : RENCONTRE DES ÉLÈVES AVEC LES CONNAISSANCES/COMPÉTENCES VISÉES</b>
<b>Présentation du problème, recherche individuelle, premier bilan</b>	<b>Présentation du problème, recherche individuelle, premier bilan</b>
<b>Guidage lors de la phase de recherche</b>	<b>Guidage lors de la phase de recherche</b>
<b>Gestion de la phase de bilan</b>	<b>Gestion de la phase de bilan</b>
<b>Phase de structuration des connaissances</b>	<b>Phase de structuration des connaissances</b>

## Rôle du professeur en termes de gestion de séance

### Présentation du problème, recherche individuelle, premier bilan

- P sait mettre en scène le problème pour susciter l'intérêt des E
- P demande à certains E de reformuler
- P vérifie que tous les élèves s'impliquent dans la recherche
- P mène rapidement et efficacement le premier bilan

### Guidage lors de la phase de recherche

- P circule équitablement de groupe en groupe
- P ne répond pas directement aux questions mais retourne la question ou oriente vers les camarades, les outils ...
- P distribue des aides/indices préparés en amont

### Animation de la phase de bilan

- Tous les groupes sont invités à communiquer l'avancée de leurs recherches

### Phase de structuration des connaissances

- P parvient à maintenir l'attention des élèves
- P fait en sorte que les élèves gardent des traces des résultats obtenus

### Bonne gestion du temps

## Rôle du professeur concernant le contenu didactique: connaissances/compétences visées

### Présentation du problème, recherche individuelle, premier bilan

- Le problème est bien choisi/porteur vis-à-vis des connaissances /compétences visées
- A l'issue du bilan, les élèves ont tous compris le problème posé

### Guidage lors de la phase de recherche

- Le guidage lors de la phase de recherche favorise la rencontre des élèves et des connaissances visées
- Les aides/indices prévus sont pertinents
- P prend des informations sur l'avancée du travail de chaque groupe pour préparer le bilan

### Gestion de la phase de bilan

- P fait passer les groupes dans un ordre didactiquement porteur
- P parvient à faire émerger les résultats attendus
- P met en avant les méthodes de recherche et pas uniquement les connaissances

### La phase de structuration

- P parvient à structurer et institutionnaliser les connaissances/compétences visées
- La structuration tient compte des connaissances/compétences visées et également des méthodes de recherche

# Le projet européen S-TEAM (Science Teacher Education Advanced Methods)

Vise à promouvoir l'enseignement des sciences (Maths, SVT, SPC, Technologie) fondé sur l'investigation.

A impliqué 15 pays pendant 3 ans (2009-2011).

Le volet français était porté par Michel Grangeat et piloté par le Laboratoire des sciences de l'éducation (L.S.E) de l'université de Grenoble.

A conduit à deux ouvrages :

- Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique, pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves. dir M. Grangeat. 2009
- Les enseignants de sciences face aux démarches d'investigation, des formations et des pratiques de classe. Dir M. Grangeat. 2011

# Modèle ESFI à 6 dimensions, M. Grangeat

[http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples\\_Grangeat.pdf](http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples_Grangeat.pdf)

## **Dimension 1 : qui est à l'origine du questionnement ?**

1. L'enseignant apporte le questionnement initial
2. L'enseignant propose un questionnement initial en lien avec l'expérience des élèves
3. Les élèves construisent un questionnement à partir d'une situation proposée par l'enseignant
4. Les élèves construisent un questionnement à partir d'un thème qui dépasse la seule séance en cours

## **Dimension 2 : quelle est la nature du problème ?**

1. L'enseignant propose un protocole à suivre étape par étape
2. L'enseignant propose une situation connue permettant aux élèves de concevoir un protocole
3. Les élèves disposent d'un matériel limité pour répondre à une consigne ouverte
4. Les élèves disposent d'un matériel libre pour répondre à une consigne ouverte

# Modèle ESFI à 6 dimensions, M. Grangeat

[http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples\\_Grangeat.pdf](http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples_Grangeat.pdf)

## **Dimension 3 : quelle responsabilité ont les élèves ?**

1. L'enseignant met en place les étapes de la démarche d'investigation
2. L'enseignant amène les élèves à concevoir plusieurs procédures
3. Les élèves sont responsables du processus d'investigation
4. Les élèves disposent d'outils d'auto-évaluation conçus par ou avec l'enseignant

## **Dimension 4 : que faire de la diversité des élèves ?**

1. L'enseignant gère le comportement de certains élèves pour les rendre actifs
2. L'enseignant modifie la tâche pour maintenir l'engagement de certains élèves
3. Chaque groupe ou un nombre significatif d'élèves bénéficie du guidage de l'enseignant
4. Certains élèves ayant des besoins spécifiques bénéficient d'une adaptation de la situation



# Modèle ESFI à 6 dimensions, M. Grangeat

[http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples\\_Grangeat.pdf](http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples_Grangeat.pdf)

## **Dimension 5 : quelle est la place de l'argumentation ?**

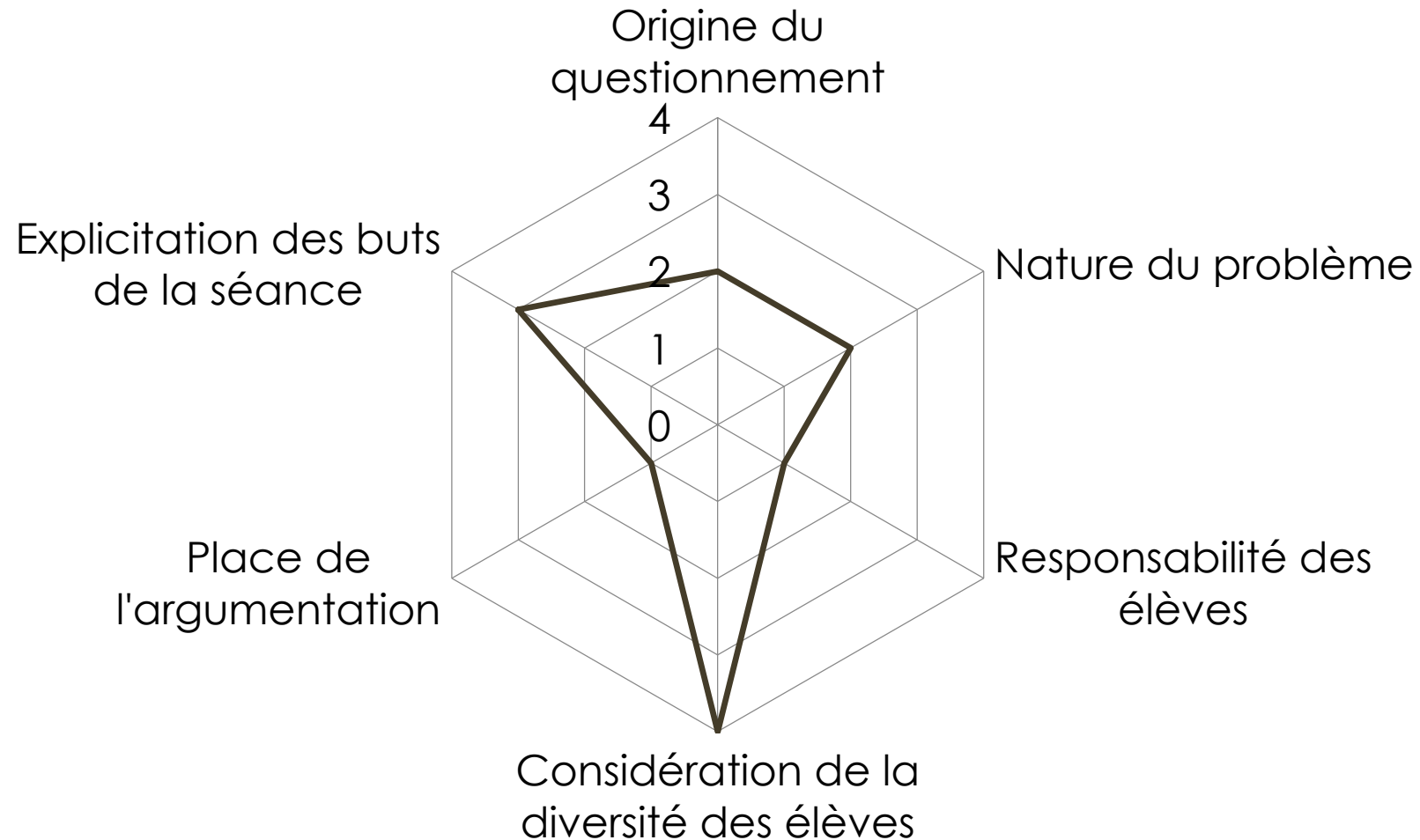
1. L'enseignant facilite la communication entre les élèves dans les groupes ou la classe
2. L'enseignant fait communiquer à la classe les propositions des élèves
3. Les élèves sont encouragés à prendre en compte les arguments d'autrui
4. Les élèves sont encouragés à justifier leurs réponses par des connaissances ou des résultats

## **Dimension 6 : quel niveau d'explicitation des savoirs visés par l'enseignant ?**

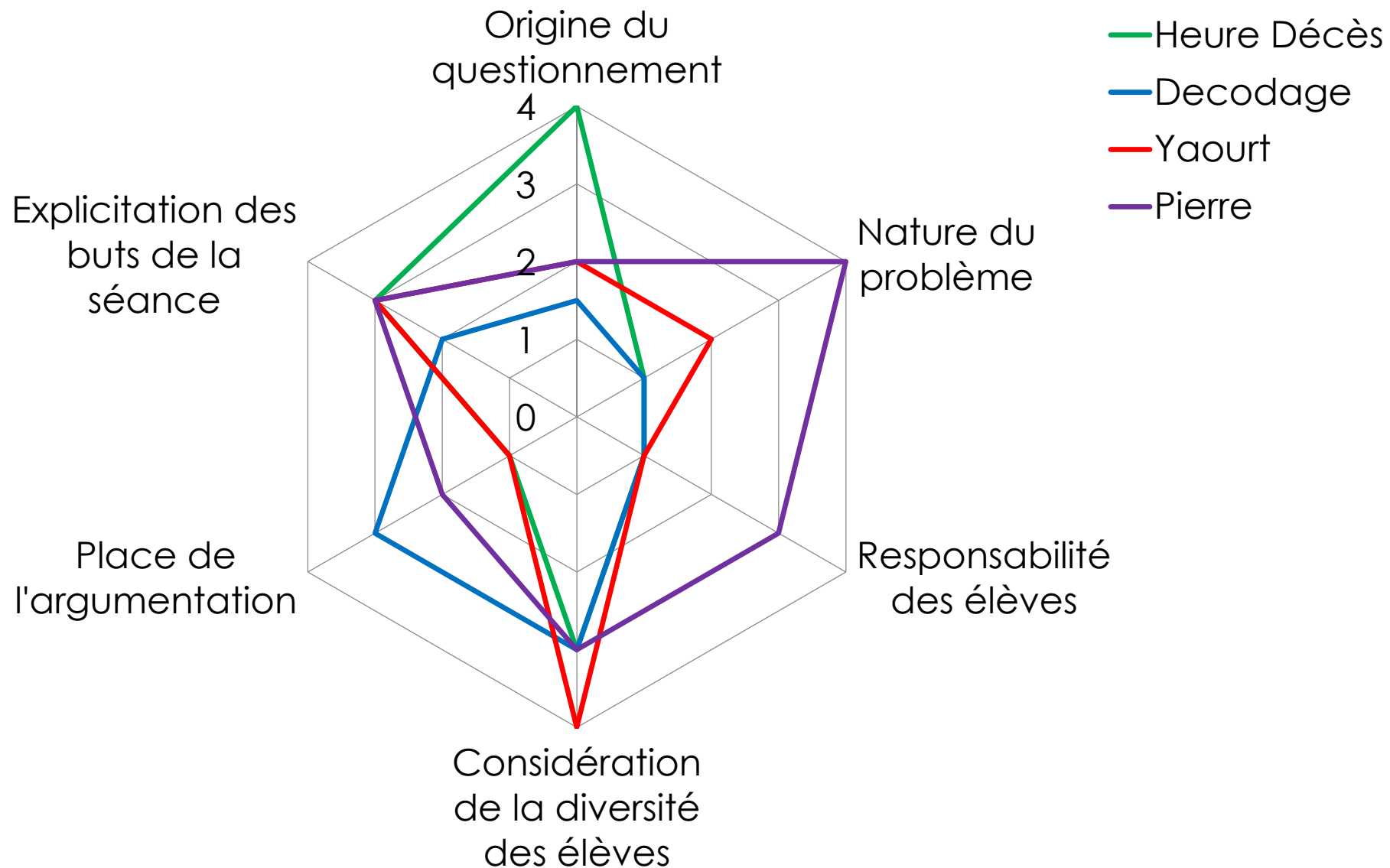
1. L'enseignant énonce ses attentes pour la séance en cours
2. L'enseignant fait le bilan de la séance à propos des savoirs
3. Les élèves expliquent ce qu'ils ont appris durant la séance
4. Les élèves disposent explicitement des savoirs nécessaires à un réinvestissement des acquis

# Percevoir le développement professionnel : modèle ESFI (S-TEAM, M. Grangeat)

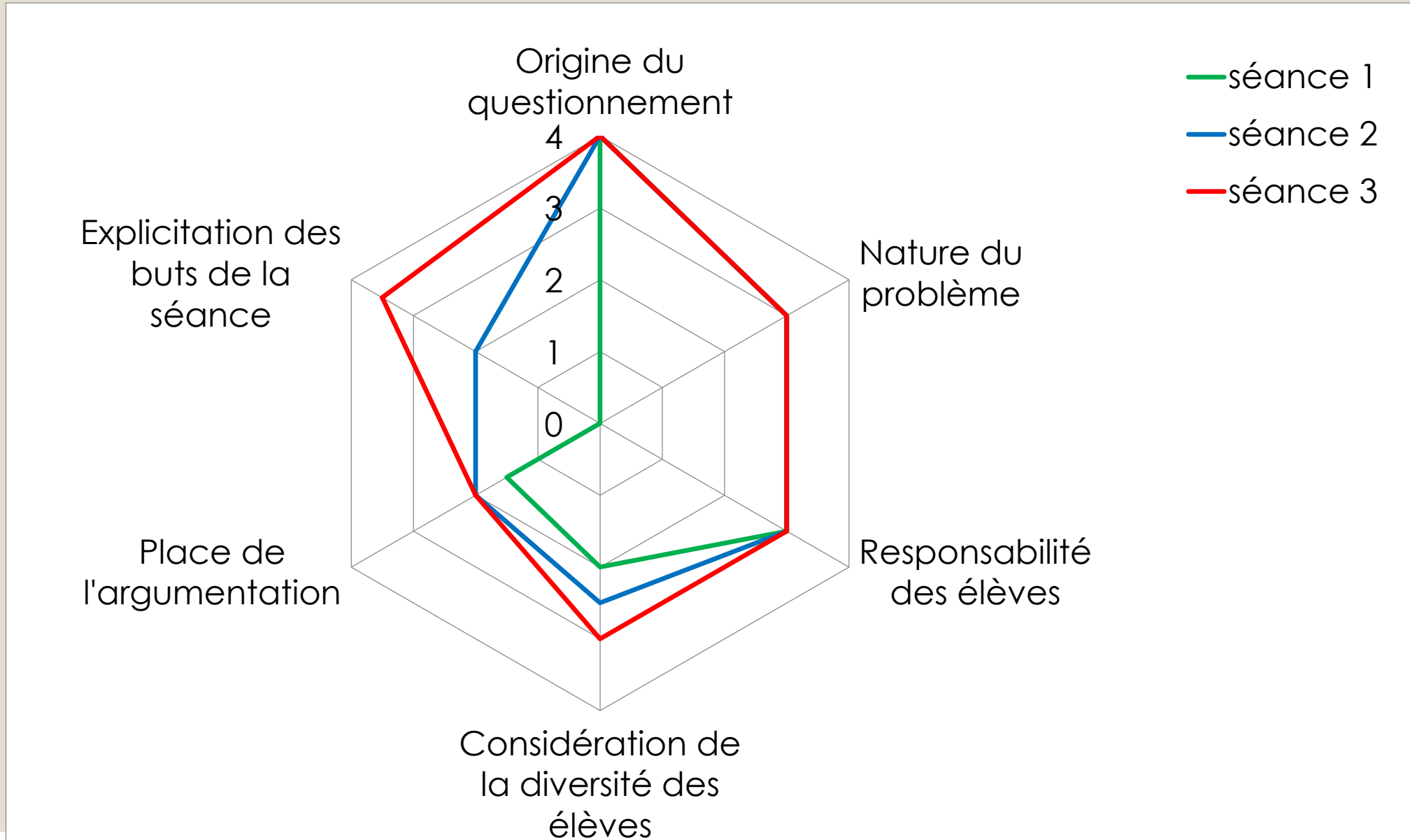
[http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples\\_Grangeat.pdf](http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples_Grangeat.pdf)



# Développement professionnel sur 2 ans



# Collectif IREM, trois répétitions de la même séance



# Analyse de séance EMI , côté enseignant, Michèle Gandit

[http://ife.ens-lyon.fr/lea/le-reseau/manifestations/rencontre-nationale-des-lea-2014/depot-actes-lea/pdf\\_des\\_actes/acte\\_evacodice\\_gandit\\_2014](http://ife.ens-lyon.fr/lea/le-reseau/manifestations/rencontre-nationale-des-lea-2014/depot-actes-lea/pdf_des_actes/acte_evacodice_gandit_2014)

MACROSCOPIQUE à partir de 4 variables :

- 1) La problématisation des savoirs
- 2) La richesse de milieu de l'élève relativement à la pratique scientifique
- 3) La dévolution d'une responsabilité scientifique à la classe sur le plan de la démarche et de la communication des résultats
- 4) L'explicitation des apprentissages, notamment ceux qui relèvent de la démarche



# Modèle EMI, M. Gandit, Niveau Macroscopique

Valeurs de <i>Pro</i>	1	2	3	4
Indicateurs relatifs au type de tâche et au contrat didactique	Questions directement en lien avec les savoirs visés ; ni doute, ni incertitude pour E.	Mise en jeu des savoirs visés au travers de questions explicites, une part de doute et d'incertitude pour E.	Une situation pertinente par rapport aux savoirs visés, amenant un questionnement, doute et incertitude pour E.	
			P guide dans la construction des réponses.	E est amené à problématiser lui-même.

Valeurs de <i>Mil</i>	1	2	3	4
Indicateurs liés au milieu de E	E n'a jamais cherché de problèmes mathématiques.	E a déjà été confronté à des actions des blocs Expérimenter et Généraliser (voir tableau 2), mais les connaissances sous-jacentes ne sont pas disponibles.	E dispose de connaissances nécessaires aux actions des catégories Expérimenter et Généraliser.	
				E dispose des connaissances relatives aux catégories Communiquer et Questionner (voir tableau 2).

# Modèle EMI, M. Gandit, Niveau macroscopique

Valeurs de <i>Res</i>	1	2	3	4
Indicateurs relatifs au contrat didactique	P cadre la progression dans la démarche et (in)valide les avancées, ne favorisant pas les dialogues entre E.	P encourage le travail en groupe, mais cadre l'avancée dans la recherche.	P propose, suivant les besoins, des relances ou étayages, tout en préservant le sens sur le plan épistémologique, sans « tuer » la situation de recherche.	
				E communiquent et débattent scientifiquement de leurs résultats.
Valeurs de <i>App</i>	1	2	3	4
Indicateurs liés au type de tâche proposé et au contrat didactique	Pr énonce ses attentes pour la séance.	Pr explicite et commente les apprentissages en jeu au début de la séance, notamment ceux qui relèvent de l'heuristique.	Pr fait référence aux apprentissages sur la démarche, au cours de la séance, en explicitant des indicateurs.	
				Pr procède à une institutionnalisation de ces apprentissages.

*Tableau 1 – Des variables qui caractérisent un EMI côté enseignant*



PARTIE 3 : COMMENT  
ANALYSER/ÉVALUER UNE  
SÉANCE FONDÉE SUR UNE DI  
CÔTÉ ÉLÈVE

# Troisième partie de la séance

## **Questionnement :**

Comment un enseignant peut-il évaluer les élèves au cours d'une séance fondée sur une DI ?

Evaluation sommative/formative.

Objet de l'évaluation : démarche de recherche ou connaissances visées.

**Travail de groupe (30 minutes)**

**Bilan (30 minutes)**

# Pratique d'une DI

## Nombres de diagonales d'un polygone

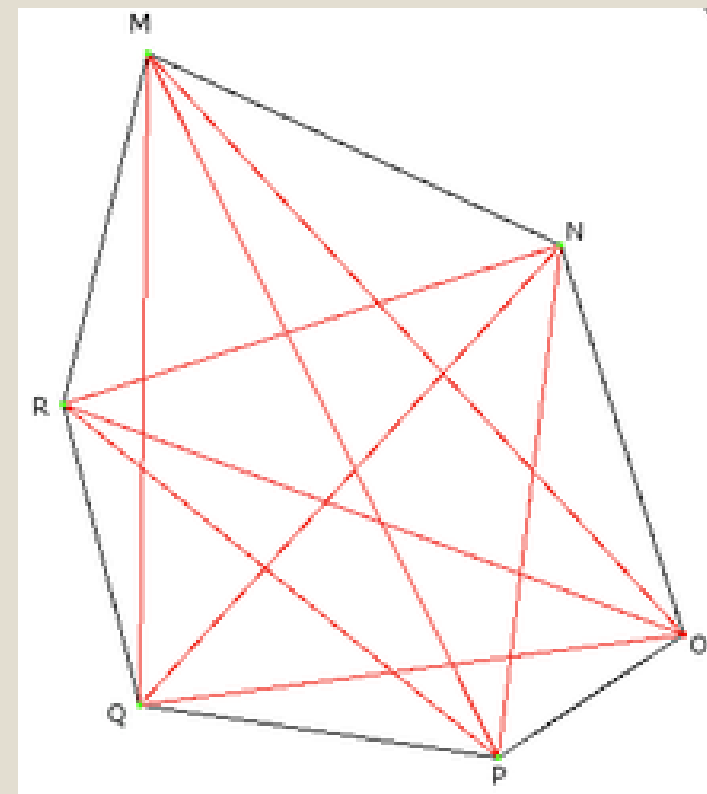
Quel est le nombre de diagonales d'un polygone ?  
Autrement dit, donner un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ses diagonales.

**5 min : Recherche individuelle**

**Première mise en commun**

**15/20 min : Recherche en groupe**

**Bilan**





## Connaissances/compétences visées

- E sait définir les notions de polygones, de sommets et de diagonales
- E a compris la question
- E parvient à tracer des polygones et à compter leurs diagonales
- E réussit à calculer le nombre de diagonales d'un polygone dont il connaît le nombre de sommets
- E parvient à généraliser et aboutit à la formule :  $n(n - 3)/2$
- E peut justifier la formule
- E peut utiliser la formule donnée pour des polygones avec un grand nombre de sommets

## Démarche de recherche

- E a eu l'idée de tracer un premier polygone et a compté ses diagonales
- E a eu l'idée de tester exhaustivement les premiers polygones (4, 5, 6 ...)
- L'élève a mis en œuvre une méthode de comptage efficace (couleurs...)
- E a essayé de donner une formule générale
- E a testé plusieurs formules (valider/invalidier)
- E a tenté d'expliquer la formule obtenue
- E communique avec les autres E de son groupe
- E communique les résultats du groupe à la classe
- E fait preuve d'initiative et d'autonomie
- E joue un rôle moteur dans son groupe

# Le projet européen ASSIST-ME (Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education)

Le projet ASSIST-ME étudie la mise en œuvre combinée de l'évaluation sommative et formative dans un enseignement de sciences expérimentales (Physique, Chimie et Sciences de la vie et de la Terre), de technologie et de mathématiques fondé sur les démarches d'investigation.

# Le LéA EvaCoDICE (Evaluation par compétences dans les démarches d'investigation au collège et à l'école ; IFé, 2013); ASSIST-ME

[http://ife.ens-lyon.fr/lea/le-reseau/manifestations/rencontre-nationale-des-lea-2014/depot-actes-lea/pdf\\_des\\_actes/acte\\_evacodice\\_gandit\\_2014](http://ife.ens-lyon.fr/lea/le-reseau/manifestations/rencontre-nationale-des-lea-2014/depot-actes-lea/pdf_des_actes/acte_evacodice_gandit_2014)

Objectif : concevoir, tester, diffuser des outils d'évaluation s'intégrant aux ESFI.

Faire évoluer les pratiques d'enseignement et, par suite, de favoriser les apprentissages des élèves.

# Une institutionnalisation en deux temps et de deux ordres

Ordre 1 : Les connaissances mathématiques visées

Concepts, définitions, propriétés, théorèmes...

Ordre 2 : La démarche de recherche

La compréhension de la question,

L'autonomie, la prise d'initiative,

La capacité à émettre des conjectures et à proposer des méthodes pour les éprouver,

La communication des résultats (orale ou écrite),

La qualité des arguments...

# LéA EvaCodice : Autoévaluation

## Démarche de recherche.

Je suis capable de comprendre le problème, de commencer des recherches				
Je suis capable d'émettre des hypothèses, des conjectures				
Je suis capable de mener un raisonnement cohérent, de faire une preuve				
Je sais communiquer ma démarche par écrit ou par oral				
Je fais preuve d'initiative, d'autonomie				
Je suis capable de rester concentré, de travailler dans le calme				

Énoncé:

Quel est le nombre de diagonales d'un polygone?

Autrement dit, donne un moyen qui permette, dès que l'on connaît le nombre de sommets d'un polygone, de trouver le nombre de ses diagonales.

Explique ta démarche. (tu laisseras toutes tes recherches)

# LéA EvaCoDice: Autoévaluation

La conception de cette fiche :

- A engagé les enseignants dans une réflexion sur la pratique scientifique.

L'introduction de la fiche d'évaluation donnée en même temps que le problème :

- Permet aux enseignants de mieux communiquer aux élèves ce qu'ils attendent de leur part, d'explicitier la démarche attendue.
- Rend les élèves plus efficace dans le pilotage de leur démarche, capables de se situer à différents moments par rapport à ce qui est attendu.

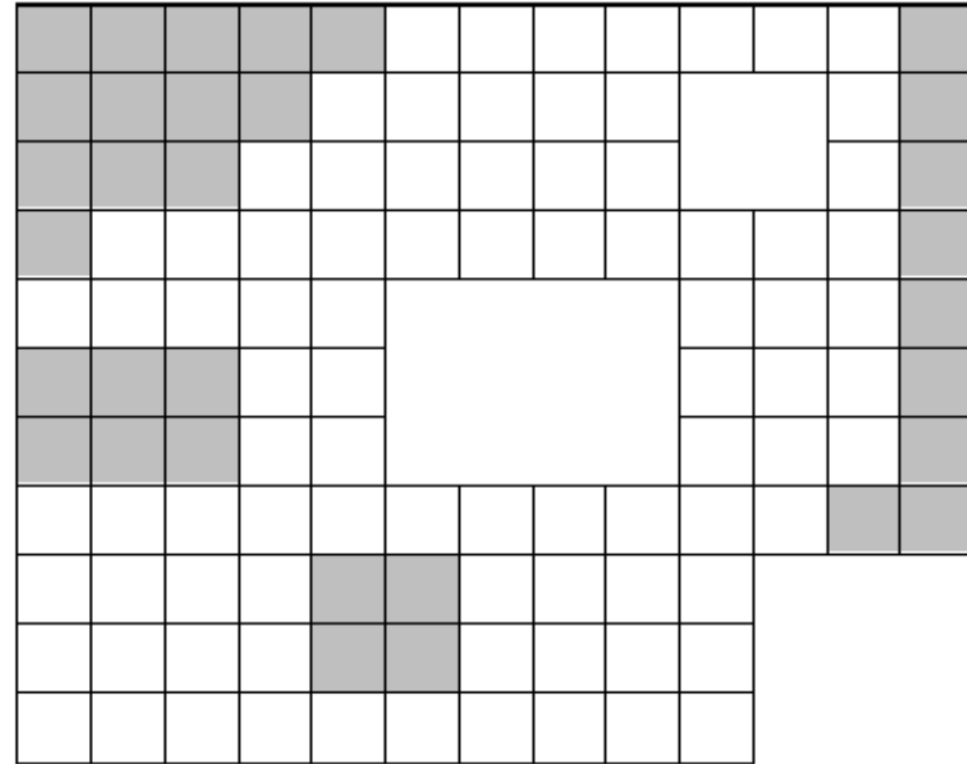


# LE PROBLÈME DU PARC

La grille représente un parc, avec des massifs de fleurs, dans lequel se trouvent des bâtiments.

Les massifs de fleurs sont représentés en gris clair. Les trous dans la grille représentent les bâtiments.

On veut mesurer l'aire du parc (sans les bâtiments) avec une certaine unité d'aire. Cette unité d'aire est l'aire de la surface gris foncé qui se trouve en dessous de la grille.

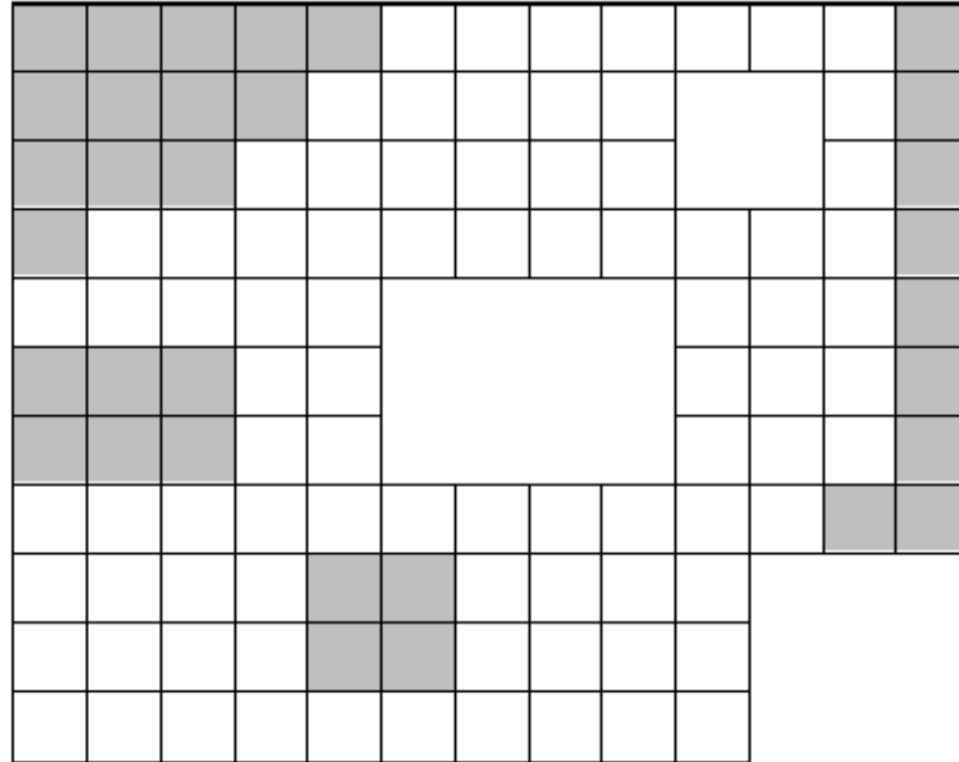


# LE PROBLÈME DU PARC

La grille représente un parc, avec des massifs de fleurs, dans lequel se trouvent des bâtiments.

Les massifs de fleurs sont représentés en gris clair. Les trous dans la grille représentent les bâtiments.

On veut mesurer l'aire du parc (sans les bâtiments) avec une certaine unité d'aire. Cette unité d'aire est l'aire de la surface gris foncé qui se trouve en dessous de la grille.



## Liste de réponses

118 carreaux

120 carreaux

9 U + 10 carreaux

9 U + 9 carreaux

9 U + des carreaux

6 U + 46 carreaux

9,1 U

9,83 U

9 U

118/12 U

# EvaCoDICE : Evaluation par les pairs

Phase d'institutionnalisation menée sous forme d'un débat scientifique (M. Legrand)

Une fiche d'aide au démarrage du débat:

- Les élèves donnent leur avis et le justifie lors de la séance précédent le débat sur les différentes réponses obtenues.
- Le professeur peut mieux anticiper les arguments et se rend compte du niveau d'argumentation des élèves.

N <sup>o</sup>	la réponse est...	V ou F			Poncé
		V	F	NSP	
1	9,8	8	8	1	
2	9,9 u.	7	7	1	
3	9 u. + 10 c	10	1	6	
4	9 + $\frac{10}{12}$	9	2	6	
5	7 u.	9	7	1	
6	8,21 u.	2			
	$\frac{118}{12}$				

# EvaCoDICE : Evaluation par les pairs

Phase d'institutionnalisation menée sous forme d'un débat scientifique (M. Legrand)

Une fiche d'aide au démarrage du débat:

- Les élèves donnent leur avis et le justifie lors de la séance précédent le débat sur les différentes réponses obtenues.
- Le professeur peut mieux anticiper les arguments et se rend compte du niveau d'argumentation des élèves.

Réponse:  $\frac{110}{12}$  u.a

Bonne réponse	Mauvaise réponse	Ne sait pas
1	10	10
5	9	7

118 carreaux en tout  
et dans 1 u.a  
il y a 12 carreaux

118 u.a ça fait trop  
 $\frac{118}{12}$  n'est pas un nombre

	1	2	3	4
	J'ai bien compris ce qu'on cherchait, j'ai fait des essais, j'ai eu des idées.	J'ai compris ce qu'on cherchait, mais j'ai fait des erreurs dans mes recherches, j'ai eu des idées.	J'ai compris ce qu'on cherchait, mais je n'ai pas su comment démarrer. Je n'avais pas d'idée.	Je n'ai pas compris ce qu'on cherchait, je n'ai pas su démarrer.
<b>Comprendre le problème, faire des recherches, faire preuve d'initiative, être original.</b>				

	1	2	3	4
	J'ai donné des réponses ou voté pour des réponses (vraies ou fausses), j'ai proposé des méthodes.	J'ai voté pour des réponses, mais, pour certaines d'entre elles, je ne savais pas pourquoi.	J'ai voté pour des réponses, un peu au hasard.	Je n'ai pas voté.
<b>Donner des réponses, émettre des hypothèses ou conjectures, formuler des questions.</b>				

	1	2	3	4
	J'ai trouvé, plusieurs fois, des raisonnements corrects pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien était fausse.	J'ai trouvé, une seule fois, un raisonnement correct pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien fausse.	Je n'ai trouvé aucun raisonnement correct pour prouver qu'une réponse était vraie ou bien fausse.	Je n'ai pas cherché de raisonnement.
<b>Prouver que c'est vrai, prouver que c'est faux.</b>				

	1	2	3	4
	J'ai rédigé mes raisonnements, ils étaient corrects, je suis intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	J'ai rédigé mes raisonnements, il y avait des erreurs, je suis intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	J'ai écrit des réponses, mais c'était faux, je ne suis pas intervenu(e) dans le débat pour répondre aux autres.	Je n'ai pas écrit de réponse, je ne suis pas intervenu(e) dans le débat.
<b>Communiquer par écrit ou par oral.</b>				

Objectif : changer d'angle de vue  
sur l'évaluation

Evaluation au service

- des apprentissages des élèves
- de la formation des enseignants



# Pour plus d'infos :

- **Problème ouvert** : Taille du géant

Étude comparée de deux pratiques enseignantes lors d'une séquence de résolution d'un problème de modélisation. Rober Adjage et Marc Weisser

<https://educationdidactique.revues.org/pdf/1806>

- **Taches complexes**

Mise en œuvre, gestion et évaluation des tâches complexes dans le cadre du socle commun, mars 2011, David Michel

[http://maths.ac-reunion.fr/IMG/pdf/Socle\\_commun\\_Taches\\_complexes\\_LaReunion.pdf](http://maths.ac-reunion.fr/IMG/pdf/Socle_commun_Taches_complexes_LaReunion.pdf)

- **Modèle ESFI, Michel Grangeat**

Un modèle pour situer les pratiques d'enseignements scientifiques fondés sur les démarches d'investigation, Michel Grangeat

[http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples\\_Grangeat.pdf](http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/evacodice/Ressources/modele-ESFI-6dimensions-exemples_Grangeat.pdf)

# Pour plus d'infos :

- **Rapport Rocard 2007**

L'enseignement scientifique aujourd'hui : une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe

[http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf)

- **Programmes du collège, 2005**

<http://www.education.gouv.fr/bo/BoAnnexes/2005/hs5/hs5.pdf>

- **Evaluation formative et démarches d'investigation en mathématiques, dans le cadre du LÉA EvaCoDICE**

Michèle Gandit, ESPE de l'académie de Grenoble, IREM, Maths à modeler, michele.gandit@ujf-grenoble.fr , Eric Cavagna, Sophie Lopez, Thomas Meyer, Jérôme Meyer, Magali Soubrié, Jean-Christophe Cubertafon

[http://ife.ens-lyon.fr/lea/le-reseau/manifestations/rencontre-nationale-des-lea-2014/depot-actes-lea/pdf\\_des\\_actes/acte\\_evacodice\\_gandit\\_2014](http://ife.ens-lyon.fr/lea/le-reseau/manifestations/rencontre-nationale-des-lea-2014/depot-actes-lea/pdf_des_actes/acte_evacodice_gandit_2014)