

# Résolution de problèmes en mathématiques et lecture d'énoncés

## I) Les problèmes en mathématiques

### 1) Place dans les programmes

#### OCDE -Pisa (2012) :

<http://www.education.gouv.fr/cid78459/pisa-2012-en-resolution-de-problemes-meilleure-reussite-et-moins-d-inegalites.html>

- La résolution de problèmes peut être définie comme « le traitement cognitif visant à aller d'une situation initiale vers une situation cible en l'absence de solution évidente »
- Les compétences en résolution de problèmes renvoient à la capacité d'un individu à exploiter tout son potentiel de citoyen constructif et réfléchi

#### Stratégies Mathématiques (2014) :

<http://www.education.gouv.fr/cid84398/strategie-mathematiques.html>

- L'étude de « problèmes ouverts », « pour chercher », s'appuyant sur des ressources variées, permettra de rendre la pratique des mathématiques plus attractive, de mobiliser davantage de compétences transversales et de stimuler le plaisir de chercher, de choisir ou de construire une méthode, de persévérer et l'envie de trouver.
- Le choix de problèmes ancrés dans le réel permet d'illustrer l'utilité des mathématiques dans des situations de la vie courante, de la vie de la classe, voire de la vie professionnelle, appuyées sur des documents authentiques.

#### Nouveaux Programmes 2016 :

<http://www.education.gouv.fr/cid95812/au-bo-special-du-26-novembre-2015-programmes-d-enseignement-de-l-ecole-elementaire-et-du-college.html>

- Au cycle 2, la résolution de problèmes est au centre de l'activité mathématique des élèves, développant leurs capacités à chercher, raisonner et communiquer. Les problèmes permettent d'aborder de nouvelles notions, de consolider des acquisitions, de provoquer des questionnements. Ils peuvent être issus de situations de vie de classe ou de situations rencontrées dans d'autres enseignements, notamment Questionner le monde. Ils ont le plus souvent possible un caractère ludique. On veillera à proposer aux élèves dès le CP des problèmes pour apprendre à chercher qui ne soient pas de simples problèmes d'application à une ou plusieurs opérations mais nécessitent des recherches avec tâtonnements.
- Au cycle 3, la résolution de problèmes constitue le critère principal de la maîtrise des connaissances dans tous les domaines des mathématiques, mais elle est également le moyen d'en assurer une appropriation qui en garantit le sens. [...] Les situations sur lesquelles portent les problèmes sont, le plus souvent, issues d'autres enseignements, de la vie de classe ou de la vie courante. Les élèves fréquentent également des problèmes issus d'un contexte interne aux mathématiques. On veille aussi à proposer aux élèves des problèmes pour apprendre à chercher qui ne soient pas directement reliés à

la notion en cours d'étude, qui ne comportent pas forcément une seule solution, qui ne se résolvent pas uniquement avec une ou plusieurs opérations mais par un raisonnement et des recherches par tâtonnements.

<http://eduscol.education.fr/cid99696/ressources-maths-cycle.html>: « Communiquer »

## 2) Classifications possibles

### 1. Vergnaud

Présentation Powerpoint

### 2. Autre classification :

- Les problèmes destinés à engager les élèves dans la construction de nouvelles connaissances : les « situations-problèmes »
- Les problèmes destinés à permettre aux élèves l'utilisation de connaissances déjà étudiées : les « problèmes de réinvestissement »
- Les « problèmes complexes » dans lesquels les élèves doivent utiliser conjointement plusieurs compétences et connaissances
- Les problèmes dont l'objectif est de faire le point sur la manière dont les connaissances sont maîtrisées : les « problèmes d'évaluation »
- Les problèmes destinés à mettre l'élève en situation de recherche et donc de développer des compétences plus méthodologiques : les « problèmes ouverts ».

Tous les types de problèmes sont d'abord centrés sur l'acquisition et la maîtrise de notions mathématiques, sauf le problème ouvert est, lui, principalement destiné à développer un comportement de recherche et des capacités d'ordre méthodologique : faire des essais, faire des hypothèses, imaginer des solutions, éprouver leur validité, argumenter, en lien avec les compétences de mathématiques des nouveaux programmes : Chercher, Modéliser, Représenter, Reasonner, Calculer et Communiquer.

*Un même énoncé peut être classé dans l'une ou l'autre des catégories, suivant les acquis des élèves.*

Exemple : Dans ma ferme, il y a des lapins et des poules. J'ai compté ce matin 38 pattes et 15 têtes. Combien y a-t-il d'animaux dans ma ferme ?

En 6ème : Problème ouvert

En 3ème : Situation Problème pour introduire les systèmes d'équations ou Problème de réinvestissement si résolution de système déjà abordée.

## 3) Complexité de la résolution de problèmes

Compétences mises en jeu : ( Julo ) ; Présentation Powerpoint

#### 4) Comment enseigner la résolution de problèmes ?

##### Rapport MSFJu 2015 (Extrait)

[http://maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr/MSF\\_junior/Epreuves.htm](http://maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr/MSF_junior/Epreuves.htm)

Comment travailler la représentation de la situation, du problème, comment favoriser l'instanciation d'outils mathématiques nouveaux et à automatiser (décimaux et mesure, proportionnalité), etc. ?

Quelques pistes de travail, que ce soit dans les activités aux élèves ou dans la formation des professeurs, existent et ont été mises en œuvre à l'École Élémentaire Française. Deux d'entre elles sont au cœur de ces problématiques.

La première, du côté des élèves, est assez souvent rappelée par les didacticiens des mathématiques et a fait école jusqu'en 2002 : la résolution de problèmes doit être au cœur de l'activité mathématique en classe, au cœur aussi de son enseignement (Brousseau et sa théorie des situations didactiques fait encore école chez les didacticiens, ERMEL chez les praticiens). C'est donc en multipliant les résolutions que l'on favorise l'acquisition de méthodes de travail et d'attitudes essentielles à la résolution. C'est aussi en variant les contextes, les habillages, les situations que l'on construit puis renforce l'acquisition d'une compétence ou d'une connaissance mathématique – les cas des décimaux ou de la proportionnalité sont symptomatiques dans cette finale 2015 -, dont on développe la maîtrise au point d'être capable de l'appliquer dans un contexte nouveau et inconnu travaillant ainsi l'instanciation qui est une condition du transfert, si souvent évoqué ces dernières années mais qui reste un concept qui ne fait pas l'unanimité chez les didacticiens, des mathématiques en particulier.

Une deuxième piste, explorée à l'école primaire, est de travailler assez systématiquement la résolution de problèmes construits autour de modèles simples comme par exemple ceux d'application du sens des opérations (cf. les I.O. 2008 de l'élémentaire et la compétence résoudre des problèmes relevant des 4 opérations). Certaines méthodes vont jusqu'à proposer une progression appuyée sur la typologie des problèmes additifs de Vergnaud par exemple, flirtant ainsi avec le risque du glissement métacognitif. Certes, le fait de repérer facilement des situations connues est un facteur de réussite notamment dans des problèmes à données numériques (cf. les épreuves 4 ou 8) et favorise l'instanciation.

Toutefois, un des effets négatifs de ce type de méthodes est de créer des réflexes et des automatismes trop ancrés qui ne favoriseront pas l'adaptabilité à des contextes nouveaux. L'acte de résoudre est alors automatisé : jusqu'à consister en "trouver LA bonne opération" ou "LA bonne façon de l'instancier" et non de trouver une solution sensée et appuyée sur des outils mathématiques... On voit ici les effets contreproductifs de ce type de contrat didactique, notamment sur les problèmes dont les démarches sont à construire, tels ceux de MSF Ju. Il s'agit de trouver ce dialogue entre sens et automatisation, cet équilibre délicat entre identification de situations prototypiques et instanciation d'outils dans des situations inédites et complexes.

On touche là à la gestion de la dualité des problèmes en mathématiques : ils sont à la fois la raison d'être de l'activité mathématique, un sujet d'enseignement et aussi un moyen d'enseignement, un outil pédagogique (cf. le vocable de situation-problème).

En d'autres termes, faut-il enseigner la résolution de problèmes ? Par la résolution de problèmes ? Pour la résolution de problèmes ? Les futurs programmes, en consultation en cette fin d'année 2015, et l'institution scolaire, donnent une réponse encourageante : les problèmes sont à la fois dans les compétences visées et dans les outils et les démarches proposés, privilégiant une approche croisée.

## II) Lecture (et compréhension) des énoncés

**Approche par le domaine de compétences :**

**« Des langages pour penser et communiquer : comprendre, s'exprimer en utilisant la langue française à l'oral et à l'écrit »**

### Difficultés de nos élèves en lecture et compréhension

Quelles en sont les raisons ? Quelles solutions apporter ?

Travail en groupe de 3 personnes puis mise en commun

Document : Chamois et bouquetins et expériences professionnelles personnelles

### 1) Difficultés de lecture et de compréhension de l'élève

Difficultés : origines possibles et retours sur l'atelier mis en place

- Difficultés intrinsèques à la lecture
- Problème en français vocabulaire et grammaire (établissements AEFÉ)
- Difficultés à gérer les interactions entre différents registres de langue

Il va de soi que la détection de telles difficultés ne peut s'opérer à partir d'un catalogue préétabli. Une démarche d'entretien avec l'élève concerné est indispensable.

- L'énoncé de problème n'est pas un récit
- Énoncé de problème implique trois composantes de lectures différentes et non successives :
  - o Narrative
  - o Informative
  - o Prescriptive

### L'énoncé de problème : un récit particulier

(d'après un article de Maryse Ribière, in : Cahiers Pédagogiques n°316 )

Différence entre énoncé de problème et récit :

- la visée de l'énoncé

L'énoncé présente une partie informative et une partie prescriptive (les consignes et/ou la question). L'élève ne doit pas porter de jugement sur les motivations des personnages, le style de l'auteur, ni

essayer de déceler des réseaux de signification sous-jacents : **il ne doit donc pas avoir de comportement de lecteur de récit !**

- les interlocuteurs

L'énoncé de problème n'a pas d'auteur, ce qui ne l'empêche pas de "faire comme si" : il peut se présenter à la première personne, par exemple, et le lecteur ne doit pas en tenir compte !

L'attitude du lecteur requise est donc opposée à celle qui est attendue d'un lecteur de récit : **il doit agir sans donner son avis !**

- les objectifs

Ce n'est pas le contenu de l'énoncé qui présente un quelconque intérêt, mais plutôt les **compétences dont le résolveur va devoir faire preuve : l'énoncé de problème n'est qu'un prétexte**, ce que les élèves savent rarement.

- le contexte d'énonciation

L'élève s'attend à trouver tout et rien que ce dont il a besoin pour résoudre le problème et il suppose que le rédacteur de l'énoncé ne cherche pas à le tromper (même si, pour camper la situation, il est amené à raconter une petite histoire) : **principe de coopération, qui est une des bases du contrat didactique**. Le non-respect de ce principe serait, selon certains chercheurs en didactique, à l'origine de l'effet "âge du capitaine"

Ambiguïté de l'énoncé de problème:

En réalité, l'énoncé de problème se différencie des autres types de texte en ce qu'il est, à la fois, (et non successivement) prescriptif, narratif et informatif, ce qui explique les difficultés des enfants.

**Une lecture efficace aurait donc trois composantes :**

- **lecture narrative** : indispensable pour que l'élève se représente la situation
- **lecture informative** : prélèvement des informations à l'intérieur du monde créé, de la fiction reconnue comme telle, mais provisoirement admise,
- **lecture prescriptive** : sélection et hiérarchisation des données en fonction de la tâche à accomplir.

## 2) Solutions envisageables

**Domaine de compétences :**

« **Les méthodes et outils pour apprendre** »

- Au-delà de ces considérations, en vue d'étendre leurs compétences dans le domaine de la lecture, il convient d'inciter les élèves à lire en dehors de la classe d'autres textes que ceux du cours ou des exercices (articles, revues, livres, etc.) et de réinvestir ces lectures en classe.
- Garantir la compréhension des énoncés et des consignes est un préalable essentiel :

- Ménager un temps de lecture silencieuse des énoncés,
- Faire expliciter le vocabulaire spécifique,
- Lui donner du sens en précisant éventuellement son étymologie,
- S'assurer de la compréhension des textes lus.

- Enseignement explicite de stratégie

L'enseignement explicite de stratégie pour enseigner la compréhension :

Comment enseigner efficacement la compréhension en lecture ?

(Extrait : Café pédagogique – CNESECO – conférence sur la lecture mars 2016)

Pour Maryse Bianco, il n'y a pas de place au doute : il faut un enseignement explicite, structuré. Maryse Bianco parlera même d'enseignement direct, une forme assez contestée d'enseignement.

L'enseignement explicite assure un étayage et une supervision des enseignants sur les élèves. L'enseignant fixe un objectif précis et le présente : c'est l'étayage. Il découpe la séquence en unités maîtrisables pour éviter toute surcharge cognitive. Il montre les procédures quand nécessaire par exemple pour détecter les mots difficiles. Là il faut que l'enseignant montre comment il s'y prend. La pratique des élèves est guidée. Le maître explique la procédure. L'élève applique et s'entraîne.

C'est par la discussion et le débat que maître et élèves collaborent à l'appropriation de la notion avant un entraînement. Il est important que les élèves verbalisent et échangent pour bien saisir l'objectif. Enfin vient la formalisation dans un aide-mémoire.

Pour M Bianco cet enseignement explicite est "un état d'esprit plus qu'une méthode". Il tient compte du fait qu'une expertise est une construction progressive et de long terme. M Bianco insiste aussi sur la place de l'oral : c'est par l'échange que les élèves perçoivent le raisonnement de l'enseignant et des camarades qui doivent être rendus explicites.

Document : Extrait du diaporama

- S'exercer avec des exercices d'entraînement à la compréhension d'énoncés :
  - Reformulation
  - Construction par les élèves d'un énoncé de problème à partir de quelques données,
  - Présence dans un énoncé des données superflues.
  - Énoncés avec données invraisemblables
  - (Évaluations diagnostiques)

<http://www4.ac-nancy-metz.fr/pasi/spip.php?article570>

[http://mathematiques.ac-bordeaux.fr/pedaclg/interdis/maths\\_lang/stage2006/dezest/index.htm](http://mathematiques.ac-bordeaux.fr/pedaclg/interdis/maths_lang/stage2006/dezest/index.htm)

- Pratiquer la résolution collective de problèmes (ex rallye maths)

[http://maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr/MSF\\_junior/Epreuves.htm](http://maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr/MSF_junior/Epreuves.htm)

- Pratiquer la lecture en diagonale (Problèmes complexes ; smartphone)

# III) Énoncés de problèmes problématiques

Approche par le domaine de compétences :

« Des langages pour penser et communiquer : comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques »

## Énoncés problématiques de problèmes : par groupe de 2 ou 3 personnes

Objectif : En étudiant des problèmes donnés au MSF Junior (Académie Strasbourg) et au Brevet des collèges 2014, et les énoncés du cycle 2, déterminer les raisons possibles de l'échec au niveau exercice ;

Élargir la réflexion grâce à votre expérience personnelle.

Quelles améliorations peut-on prévoir ?

Document : Énoncés Problématiques

### 1) Caractéristiques des énoncés de problèmes mathématiques

1. En maths coexistence entre :
  - Langage précis et codifié et symbolique
  - Langage naturel

Néanmoins, pour de nombreux élèves, c'est le « langage » de la classe de mathématiques qui rend l'utilisation des méthodes et des outils si complexes. La purification de la langue de la discipline pour se libérer du contexte est à la fois la raison de son succès et l'un des principaux obstacles à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques.

2. Sens d'une phrase sensible à l'ordre des mots

*Exemple : Le sens de la phrase « Tout multiple de 15 est multiple de 5 » est modifié si on intervertit les entiers mentionnés.*

3. Signification des connecteurs ou des quantificateurs plus ou moins explicites

*Exemple : Dans la phrase « Un carré a quatre angles droits », il faut comprendre que ce qui est dit vaut pour n'importe quel carré.*

4. La concision des énoncés est souvent un objectif, non pour sa dimension esthétique, mais pour la cohérence du discours.

**Plus généralement, la part importante d'implicite constitue un obstacle dont il faut prendre acte.**

### 2) Difficultés de lecture induites par l'énoncé

1. Des Mots mathématiques, des maux ? Démo : mots polysyllabiques, polysémiques et autres.
2. Énoncés ambigus

3. Déficit d'explications
4. Enoncés trop longs
5. Place de la question
6. Ordre des données
7. Complexité du texte
8. Caractère plus ou moins complet des données
9. Caractère plus ou moins familier de la situation
10. Influence par les notions actuellement vues en classe
11. Informations données sous plusieurs formes
12. Problèmes à une ou plusieurs étapes de résolution

Documents: Mots en mathématiques – Les consignes

### 3) Améliorer l'énoncé

1. Réécrire un énoncé pour le rendre plus accessible :

Les pistes suivantes proviennent en partie des expérimentations et des résultats de la compétition « Mathématiques sans frontières junior ». En effet lors de la création des exercices, l'équipe de conception réalise des tests sur les élèves pour voir comment ils réagissent à une formulation très précise et l'énoncé est modifié tant que l'équipe n'est pas persuadée qu'un grand nombre d'élèves sera capable « d'entrer dans l'exercice » à la première ou seconde lecture.

Retravailler un énoncé : les pistes

Les questions à avoir en mémoire :

- « Est-ce qu'un grand nombre d'élèves est capable d'entrer dans l'exercice »
- « Sur quoi l'élève va travailler ? » au sens de quelle tâche va mobiliser son cerveau ?
- « Est-ce bien cela que je souhaite lui faire faire ? »

Si « non » est la réponse à cette seconde question, il faut changer l'énoncé ! Voici quelques pistes...

**Construction du texte :** - Phrases courtes - Vocabulaire simple - Habillage réaliste qui fait sens - Mettre le mot important en début de phrase

**L'emploi d'un exemple** Proposer un exemple, en général plus simple, peut se prêter à certains exercices, à condition toutefois qu'il ne « tue » pas le problème

**L'emploi d'illustrations, de schémas, de tableaux, de graphiques ou d'autres mode de représentations.** Uniquement pour être efficace sinon cela devient un distracteur. L'illustration est l'occasion de revenir sur une partie de l'énoncé qui peut être difficile à comprendre. On peut même imaginer l'illustration comme faisant intégralement partie de l'énoncé et supprimer le passage qu'elle remplace

**Zoom sur la question/la consigne** Pour mettre la question en évidence on peut la mettre en premier. L'élève entre dans l'exercice en sachant déjà ce qui est attendu, sa lecture n'est d'emblée pas la même.

**Emploi de « attention »** Lorsqu'on devine que les consignes deviennent trop nombreuses et qu'elles risquent d'être, pour certaines, oubliées lors du traitement de l'exercice, on utilise des mots qui préparent l'élève à être

à nouveau attentif. « Attention » en est le meilleur exemple. Bien évidemment il ne faut pas le faire suivre d'une dizaine de conditions !

### **Situations familières aux élèves**

Illustrations : Enoncés de MSFJunior et de FFJM.

Enoncés ludiques

## IV) Stratégies d'aide à la lecture et à la résolution de problèmes

### 1) Un exemple de méthode d'aide à la compréhension d'énoncés : SI-DO-LA-RE

<https://www.ac-strasbourg.fr/pedagogie/mathematiques/college/dyslexie/>

SI pour situation, DO pour données mathématiques, LA pour labyrinthe et RE pour résultats.

SI : quelle est la Situation donnée par le texte ? Par exemple quelle est la situation concrète du problème C'est sur une route, dans un bassin d'eau...Ou quelle est la situation abstraite ? C'est sur une droite, dans un triangle...

DO : quelles sont les DONnées mathématiques présentes ? Le lecteur doit alors relever les grandeurs, les quantités, les unités de mesures, les signes mathématiques, et les relations explicites entre les grandeurs

LA : quel est le cheminement amenant une transformation, quels sont les éléments qui permettent d'éclaircir puis d'avancer? Ici le mot « Labyrinthe » évoque fortement le fil d'Ariane. L'analogie repose sur l'idée d'indices ou de jalons qui permettent de construire ou de comprendre un raisonnement. Ces fils sont les étapes d'un raisonnement dans le cas d'une synthèse, la description de démarches dans le cas d'un rapport relatant une activité mathématique ou encore les consignes de travail dans le cas d'un exercice. Par ailleurs, tout énoncé mathématique contient une part obscure que le raisonnement va éclairer pour la rendre parfaitement lumineuse.

RE : quels sont les RÉSultats présents dans l'énoncé ? Les résultats sont explicites dans le cas d'une synthèse ou d'un raisonnement. Par contre les résultats sont plutôt suggérés ou implicites voire inexistantes dans le cas d'un exercice ou d'un problème. La situation et ses données peuvent aussi faire l'objet d'une conjecture. En présence d'éléments implicites le lecteur doit fortement « inférer », c'est-à-dire mettre en relation ce qui dans l'énoncé peut conduire à une résolution en établissant des liens entre cette situation et les différentes situations déjà vues auparavant, dans le cours ou dans d'autres exercices par exemple.

### 2) Aider les élèves

1. Nous permet de mieux identifier les difficultés de l'élève :
  - SI : lecture narrative
  - DO: lecture informative
  - LA , RE : lecture prescriptive
2. Aide l'élève à comprendre structure de l'énoncé et à hiérarchiser les informations :
  - Lire en mode global ou pas à pas
  - Les faire réécrire l'énoncé selon SI DO LA RE

### 3) Utilisation de cet outil sur certains énoncés

Est-ce qu'un grand nombre d'élèves est capable d'entrer dans l'exercice ?

**ATELIER : A l'aide de cet outil, identifier les problèmes ratés ou réussis**

Document : Rates\_Ou\_Reussis.pdf

Retour

### 4) Elaboration d'énoncés sur la proportionnalité

Importance de la proportionnalité à travers les nouveaux programmes

**Elaborer deux mises en œuvre d'énoncés sur un problème lié à la proportionnalité au cycle 2/cycle 3, un pour un groupe d'élèves en difficulté et l'autre pour un groupe d'élèves à l'aise. Par groupe inter cycle**

## V) Pour aller plus loin

### 1) Conférences CNETSCO sur la lecture (mars 2016):

<http://www.cnetesco.fr/fr/conference-de-consensus-lecture/>

### 2) Enseignement explicite de la compréhension:

<http://www.cnetesco.fr/fr/les-pratiques-enseignantes-pour-former-des-eleves-lecteurs/>

### 3) SI DO LA RE et les compétences mathématiques:

	SI	DO	LA	RE
Chercher	x	x	x	
Représenter	x	x		
Modéliser	x	x	x	
Calculer		x	x	x
Raisonner	x	x	x	x
Communiquer			x	x

### 4) Lecture sur supports numériques :

compétences à maîtriser (visuelles (lecture en diagonale) cognitives (vérifier pertinence source, recouper informations))

<http://www.cnetesco.fr/fr/la-lecture-a-lheure-du-numerique/>

### 5) Entretien d'explicitation:

objectif faire prendre conscience à un apprenant des obstacles qui immobilisent en restant sur du factuel, descriptif.

1ère règle: Question pas POURQUOI (accusateur - analytique) mais COMMENT ?

2ème règle: Description chronologique

[http://eduscol.education.fr/sti/ressources\\_techniques/lentretien-dexplicitation-pour-exprimer-limplicite](http://eduscol.education.fr/sti/ressources_techniques/lentretien-dexplicitation-pour-exprimer-limplicite)

<http://www.grex2.com/>

## VI) Sources :

<http://eduscol.education.fr/cid99696/ressources-maths-cycle.html>: « Communiquer »

<https://www.ac-strasbourg.fr/pedagogie/mathematiques/college/dyslexie/>

Enoncés MSF Junior :

[http://maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr/MSF\\_junior/Epreuves.htm](http://maths-msf.site2.ac-strasbourg.fr/MSF_junior/Epreuves.htm)

Exerciciel lecture enoncé en 6<sup>ème</sup>

[http://mathematiques.ac-bordeaux.fr/pedaclg/interdis/maths\\_lang/stage2006/dezest/index.htm](http://mathematiques.ac-bordeaux.fr/pedaclg/interdis/maths_lang/stage2006/dezest/index.htm)

Lire et écrire au cycle 3 :

[http://www.cndp.fr/bienlire/04-media/documents/accompagnement\\_lire\\_ecrire.pdf](http://www.cndp.fr/bienlire/04-media/documents/accompagnement_lire_ecrire.pdf)

Pole Académique de soutien à l'innovation (Académie Nancy-Metz) :

<http://www4.ac-nancy-metz.fr/pasi/spip.php?article570>