

# LE BILINGUISME EN PRATIQUE: L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES EN BRETON

Stéphane Alliot, CPD LCB 22

Stage FSU, 24-25 avril 2018, Braspartz (29)

# L'apport des neurosciences

## Le nombre

- Le sens du nombre chez l'enfant
  - ▣ Les enfants de quelques jours naissent avec une idée du nombre, de la **numérosité**, du **nombre approximatif** d'un ensemble d'objets.
  - ▣ Les mathématiques sont issues de l'évolution de notre cerveau dans un monde qui a des régularités intéressantes.
  - ▣ **Notre cerveau contient des représentations du nombre, de l'espace, du temps, de la logique et des probabilités.**
  - ▣ Dans toutes les **langues** du monde, on apprend des termes comme « *petit* » et « *grand* » qui s'appliquent aux continums d'espace, de temps et de nombre.
  - ▣ Par contre, le caractère précis de cette analogie qui fait qu'un nombre permet de mesurer une longueur n'est pas là.

# L'apport des neurosciences

## Le nombre

- Conséquences en classe
  - ▣ Il faut capitaliser sur les intuitions précoces des enfants.
- Développer les intuitions
  - ▣ Ce sens des nombres précoces peut se développer, être entraîné.
  - ▣ On va raffiner la précision du système par des entraînements, par des jeux numériques.
  - ▣ La précision de ce système approximatif prédit de la réussite en mathématiques plus tard.

# L'apport des neurosciences

## Le nombre

- Se servir de l'intuition
  - ▣ Les enfants de maternelle approximent les quantités et ils peuvent combiner ces approximations dans des additions, des soustractions, des comparaisons.
  - ▣ Proposer des situations-problèmes qui s'appuient sur le système d'approximation du nombre.
- Transformations du système intuitif
  - ▣ Acquisition d'un sens exact des nombres: Très important.
  - ▣ La capacité de compter de manière exacte est une invention, une acquisition culturelle de l'humanité.
  - ▣ Le sens du comptage apporte la notion d'une linéarité de l'espace des nombres: Ce n'est pas une évidence.
  - ▣ Représentation des nombres sous formes d'une ligne où il y a le même écart entre les nombres successifs: Extrêmement important pour le développement numérique de l'enfant.

# L'apport des neurosciences

## Le nombre

- Des représentations nouvelles
  - ▣ Le calcul exact se développe sur la base de représentations nouvelles qui appartiennent **au langage et à l'écrit**.
  - ▣ Le système de calcul exact est la combinaison de la représentation mentale des quantités approximatives et des algorithmes fondés sur les symboles du langage pour calculer.
  - ▣ Quand on fait une multiplication, **on fait beaucoup plus appel aux aires du langage** que quand on fait un raisonnement approximatif.

# L'apport des neurosciences

## L'espace

- Le sens rythmique
  - ▣ Le passage d'un sens approximatif à un sens exact, rythmique, de la ligne numérique est une révolution mentale.
- Nombre et espace
  - ▣ Les intuitions précoces sont amenées à se développer par le biais de cette métaphore de la ligne numérique.
  - ▣ Un jeu de plateau, tel que le jeu de l'oie, améliore grandement les compétences mathématiques de l'enfant plus tard.
  - ▣ « *La course aux nombres* » pour les enfants de 4-8 ans.
  - ▣ « *L'attrape-nombres* » pour les enfants de 5-10 ans.

# L'apport des neurosciences

## L'espace

- Intuition spatiales géométriques
  - ▣ Un raisonnement spatial existe chez le jeune enfant.
  - ▣ Un enfant aveugle de deux ans est capable de naviguer spatialement en mettant en œuvre l'égalité du triangle.
  - ▣ Ces intuitions géométriques sont à la base de la géométrie euclidienne.
  - ▣ On passe d'intuitions à quelque chose de formalisé.
- Un raisonnement statistique intuitif
  - ▣ Le cerveau est un système extraordinairement compétent pour l'apprentissage statistique dans tous les domaines.
  - ▣ Le cerveau peut être vu comme un algorithme d'apprentissages qui compile des statistiques sur le monde extérieur et en extrait des représentations.
  - ▣ Lorsque le cerveau apprend **le sens d'un mot**, il **corrèle** ce qu'il entend **avec le monde extérieur**.

# L'apport des neurosciences

## Les compétences transversales

- Vers une pédagogie du concret en mathématiques
  - ▣ Le cerveau extrait des informations de problèmes concrets.
  - ▣ À partir de situations-problèmes concrètes, le cerveau de l'enfant va extraire des compétences abstraites, avec l'aide d'un médiateur, l'enseignant.
- L'action
  - ▣ L'algorithme d'apprentissage fonctionne mieux lorsque l'enfant est actif.
  - ▣ L'algorithme fonctionne lorsque l'enfant génère une prédiction ou une action, reçoit un signal d'erreur et est capable de corriger sa représentation mentale en fonction du signal d'erreur qu'il a reçu.

# L'apport des neurosciences

## Les compétences transversales

### □ Le plaisir et l'attention

- ▣ Ce sont des modulateurs très forts de l'apprentissage.
- ▣ Plus l'enfant fait attention au bon niveau de représentation, plus il apprend vite.
- ▣ Plus il a du plaisir à pratiquer cette activité, plus il apprend vite.

### □ La curiosité

- ▣ La curiosité ferait partie de cet algorithme d'apprentissage.
- ▣ On va orienter sa curiosité vers les choses qu'on est capable d'apprendre maintenant.

# L'apport des neurosciences

## Les compétences transversales

- Les différences individuelles
  - ▣ Présence de grandes structures cérébrales communes à l'ensemble de l'humanité.
  - ▣ Celles-ci apparaissent dans des domaines variés.
  - ▣ Les mêmes structures sont mises en jeu dans l'apprentissage de la lecture, quelle que soit la langue.
  - ▣ Mais il y a des variations individuelles.
  - ▣ Tous les enfants n'ont pas la même capacité de discrimination des nombres.
  - ▣ Peut-être innées, elles sont en tout cas très influençables par l'environnement.

# L'apport des neurosciences

## Conclusion

- Aimer les maths
  - ▣ Nous avons tous ces représentations mentales motivantes qui nous permettent d'avoir des intuitions mathématiques.
  - ▣ Nous allons les développer.
- Piquer la curiosité.
  - ▣ Il faut motiver les enfants par des situations concrètes.
  - ▣ Il faut fournir un environnement de classe enrichissant.
  - ▣ Plus l'environnement est riche, plus le cerveau est développé.

# L'apport des neurosciences

## Conclusion

- Ne pas sous-estimer les enfants
  - ▣ On est sur une vision très constructiviste où il faut que l'enfant passe par le b.a.ba puis ensuite on va aller vers le haut.
  - ▣ Les défis proposés doivent être à la hauteur de leurs compétences, pour motiver leur attention et leur intérêt.
- Faire réfléchir
  - ▣ Première chose à faire en mathématiques.
  - ▣ Avec notre aide, nous les aidons à recréer un savoir mathématique sur la base d'intuitions qu'ils ont dès le départ.
- Expérimenter en classe
  - ▣ L'on ne sait pas, dans le détail, ce qui marche le mieux et ce qui marche le moins bien.
  - ▣ Il faut donc expérimenter.

# Enseigner les mathématiques en breton

## Les ethnomathématiques

- Les mathématiques et le langage se développent conjointement.
- Les mathématiques se sont développées au sein des groupes culturels (quantité, relations, espace).
- Les mathématiques sont créées par la communication.
- Chaque langue (ou langage) contient son propre monde mathématique.
- Les contextes multilingues sont une richesse pour l'apprentissage:
  - ▣ Comparaison individuelle : le sprinter a de meilleurs compétences en vitesse, mais le sauteur de haies a de multiples compétences (saut & vitesse), comme une personne multilingue...

# Enseigner les mathématiques en breton

## MELBA

### Mathématiques à l'école en langue bretonne aujourd'hui (2012-2015)

- **Contexte** : Classes bilingues français-breton à l'école primaire.
- **Objectif** : Faire des propositions pour une meilleure prise en compte des spécificités linguistiques et culturelles de Breton dans les classes de mathématiques.
- **Équipe** :
  - **Niveau local** :
    - Chercheurs : Ghislaine Gueudet, Caroline Poisard, Martine Kervran (CREAD), Erwan Le Pipec (CRBC)
    - Formateurs et enseignants du primaire : Gwenolé Larvol (MF LCB), Stéphane Alliot (CPD LCB)
  - **Niveau international** :
    - Máire Ní Ríordáin, *National University of Galway, Ireland*
    - Bill Barton, *University of Auckland, New Zealand*
- **Production** :
  - La recherche du groupe MELBA a été prise en compte dans les dernières productions de TES : des pages à dominantes culturelles ont été insérées dans l'édition de Cap Maths, des encarts et des affiches spécifiques ont été édités prenant en compte les spécificités du breton en numération.

# Enseigner les mathématiques en breton

## L'exemple Néo-Zélandais

- Projet de développer le vocabulaire mathématique maori (années 1980 à 2000) pour les écoles primaires et secondaires.
- Création d'un groupe d'expert pour discuter des terminologies et les tester en classe : professeurs de mathématiques, spécialistes de la langue maorie (universitaires et reconnus par la communauté), didacticiens des mathématiques, linguistes...
- Les choix : utilisation fréquente des métaphores auxquelles renvoient les termes maoris existants, réutilisation du « vieux » vocabulaire maori, création de nouveaux mots.

# Enseigner les mathématiques en breton

## L'exemple Néo-Zélandais

4 principes principaux pour le développement du vocabulaire mathématique maori :

- Les expressions doivent être cohérentes entre elles.
- Les termes doivent être aussi courts que possible sans simplification.
- Le mot doit avoir une sonorité acceptable par un locuteur natif des Maoris, à la fois en soi et dans son contexte.
- L'utilisation doit être grammaticalement correcte.

# Enseigner les mathématiques en breton

## L'exemple Néo-Zélandais

- Les choix qui ont été faits ont une influence sur la langue courante des élèves.
- La manière de dire les choses reflète la manière de voir le monde : Les mathématiques sont une modélisation du monde.
- Les élèves peuvent avoir un enseignement de mathématiques en maori jusqu'à la fin du secondaire (terminale).
- La difficulté réside dans la qualification des enseignants dans les deux domaines « ...*be fluent in both Maori and mathematics* » (Barton 2008, p.3).

# Enseigner les mathématiques en breton

## Le contexte breton

- Similitudes cultures maories et bretonnes: langues essentiellement peu influencées par le standard écrit jusqu'à leur « renaissance » dans les années 80, importance de l'enseignement bilingue.
- Les ressources existantes : TES (Ti-embann ar skolioù), édition en langue bretonne du CANOPÉ de Bretagne, <http://www.reseau-canope.fr/tes/>.
- Manuels scolaires de mathématiques et glossaires mathématiques :
  - ▣ pour le primaire depuis les années 1980,
  - ▣ pour le secondaire depuis les années 1990.

# Enseigner les mathématiques en breton

## Terminologie, Jean-Dominique Robin

- Lexique « celto-centré » contre répertoire « international » : un non-débat mais de vrais enjeux
- *Placer l'élève au centre du système éducatif...*  
Toujours, et aujourd'hui plus encore qu'en 1989.
- Des vertus de « l'étrangeté » linguistique

# Enseigner les mathématiques en breton

## Terminologie

Notion / verbe	Opération	Résultat	Conjonction (concret)	Signe mathématique
ar sammañ	ur sammadenn	ar sammad	ha, war	mui
al lemel	ul lamadenn	an diforc'h	diwar	nemet
al liesaat	ul liesadenn	ar produ	gwezh	lies
ar rannañ	ur rannadenn	ar c'hosiant	(rannet) dre	dre

Écriture chiffrée	Action concrète	Calcul, abstrait
$5 + 3 = 8$	Tri war pemp zo eizh.	Pemp mui tri zo kevatal gant eizh. Tri mui pemp zo kevatal gant eizh.
$5 - 3 = 2$	Tri diwar pemp zo daou.	Pemp nemet tri zo kevatal gant daou.
$5 \times 3 = 15$	Teir gwezh pemp zo pemzek.	Tri lies pemp zo kevatal gant pemzek. Pemp lies tri zo kevatal gant pemzek.
$15 / 3 = 5$	Pemzek dre dri zo pemp.	Pemzek dre dri zo kevatal gant pemp.

# Enseigner les mathématiques en breton

## Terminologie et grammaire

- Influence du vocabulaire mathématique sur la langue usuelle orale, sur le modèle du français, dans des contextes non-mathématiques : **Frouezh a oa war an daol, mui un nebeud legumaj.** *Il y avait des fruits sur la table, plus des légumes.*
- Dans les premiers manuels de mathématiques – « *Maths* », Éd. Bordas, Diwan, photocopiés; « *Objectif Calcul* », Éd. Hatier, TES; premières éditions de « *J'apprends les maths* », Éd. Retz, TES –, on utilisait les termes « **sammadur, lamadur, lieskementadur, rannadur** » pour désigner les notions d'*addition, soustraction, multiplication, division*; or dans la langue usuel le suffixe « **-adur** » désigne le résultat de l'action.
- Conservation de la quantité :
  - En français : *Tu as gagné cet argent, tu peux le dépenser.*
  - En breton : **An arc'hant-se 'teus gounezet, gallout a rez dispign anezhe.**
  - Traduction littérale : *\*Tu as gagné cet argent, tu peux les dépenser.*
  - Nom singulier et pronom au pluriel.

# Enseigner les mathématiques en breton

## Terminologie et grammaire

- Les adjectifs numéraux 2, **daou**, 3, **tri**, 4, **pevar**, ont une forme féminine: 2, **div**, 3, **teir**, 4, **peder**. Bien utile pour étudier le genre grammatical des substantifs en breton.
- Base décimale :
  - $11=1+10$ , **unnek**, *onze* ;
  - $12=2+10$ , **daouzek**, *douze* ;
  - $13=3+10$ , **trizek**, *treize* ;
  - $14=4+10$ , **pevarzek**, *quatorze* ;
  - $15=5+10$ , **pemzek**, *quinze* ;
  - $16=6+10$ , **c'hwezek**, *seize* ;
  - $17=7+10$ , **seitek**, *dix-sept* ;
  - $18=3\times 6$ , **triwec'h**, *dix-huit* ;
  - $19=9+10$ , **naontek**, *dix-neuf*.
- Base vigésimale (base 20), potentiellement jusqu'à 380 :
  - $40=2\times 20$ , **daou-ugent**;
  - $60=3\times 20$ , **tri-ugent**;
  - $70=10+3\times 20$ , **dek ha tri-ugent**;
  - $80=4\times 20$ , **pevar-ugent**;
  - $90=10+4\times 20$ , **dek ha pevar-ugent**.

# Enseigner les mathématiques en breton

## Terminologie et grammaire

- Un nouveau mot pour 20 (**ugent**) et pour 30 (**tregont**).
- Autres nombres particuliers :
  - ▣ 100, **kant**;
  - ▣  $50=1/2 \times 100$ , **hanter-kant**.
- Avec une unité, elle est « intercalée » :
  - ▣ 22 euros se dit littéralement « deux euros sur vingt » : **daou euro warn-ugent**.
- « Quant au nom se rapportant à un nombre au pluriel, il reste lui-même au singulier » (Gourvil, 1968) :
  - ▣ Deux maisons : **daou di** (et non **daou diez**).

Français	Breton	Traduction littérale
Vingt-et-un	<b>Unan warn-ugent</b>	<i>Un sur vingt</i>
Quarante-six	<b>C’hwec’h ha daou-ugent</b>	<i>Six et deux-vingts</i>
Soixante-dix-neuf	<b>Naontek ha tri-ugent</b>	<i>Dix-neuf et trois-vingts</i>

# Enseigner les mathématiques en breton

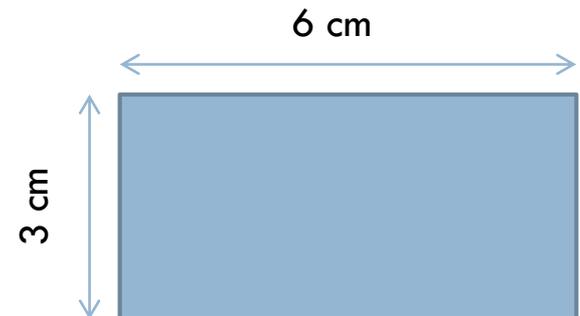
## Terminologie et grammaire

- 76/100 se dit **c'hwezek kantvedenn ha tri-ugent**, littéralement *seize centièmes et trois-vingts*.
- Difficulté pour les numérateurs  $> 20$  :
  - ▣ 21/10 se dit **un dekvedenn warn-ugent**, littéralement *un dixième sur vingt*.
  - ▣ Difficulté pour les élèves (et les enseignants) pour dire et surement comprendre ces nombres.
  - ▣ Choix de certains enseignants de traduire littéralement le français en breton, \***unan warn-ugent dekvedenn**, grammaticalement incorrecte.
  - ▣ Un autre choix plus correct grammaticalement serait: **unan warn-ugent a zekvedennoù**.

# Enseigner les mathématiques en breton

## Grammaire: mesure

- *Combien mesure cette arbre ?*
  - **Pegen uhel eo ar wezenn-se?**
- *Quelle largeur fait ce champ ?*
  - **Pegen ledan eo ar park-mañ?**
- *Quelle est la longueur de cette table ?*
  - **Pegen hir eo an daol ?**
- *Quel âge a ton chien ?*
  - **Petore 'n oad 'neus da gi? Pe oad eo da gi? Pegen kozh eo da gi?**
- *Combien pèse-t-il ?*
  - **Peseurt pouez zo deus outañ (anezhañ/dioutañ)?**
- *Plus de 70 kilo, je dirais.*
  - **Ouzhpenn seizh-ugent lur pouez, a lârfen.**
- **Sell amañ ur skouergorneg.**
- **Petra eo e ledander?**
- **Muzul e gostez berrañ eo e ledander.**



# Pédagogie en classe bilingue multiniveau

## Didactique

- Différencier les nombres des chiffres.
- Apprendre à dire les nombres: comptines...
- Donner du sens au mots-nombres.
- S'approprier les nombres est leur signification :
  - ▣ Comprendre la signification des nombres à l'oral.
  - ▣ Apprendre à calculer dès la maternelle.
  - ▣ S'exercer tôt au calcul mental.
  - ▣ Apprentissage précoce des résultats fondamentaux des opérations élémentaires.

# Pédagogie en classe bilingue multiniveau

## Didactique: le comptage-numérotage

- Pour dénombrer une collection de 3 objets,
  - l'enfant pointe le premier objet et dit « un »,
  - puis il pointe le deuxième objet et dit « deux »
  - et enfin il pointe le troisième objet et dit « trois ».
- Ainsi pour l'enfant 3 correspond au troisième objet pointé.
- Par ailleurs, certains enfants utilisant ce procédé ne répondent pas à la question posée « *Combien y a-t-il d'objets?* » « *Trois* » mais « *Un, deux, trois.* »
- Le comptage-numérotage nécessite la maîtrise des 5 principes de R. Gelman :
  - **Principe de correspondance terme à terme** : à chaque unité on fait correspondre un seul mot-nombre.
  - **Principe de suite stable** : la suite des mots-nombres est une liste fixe sans fin qui grandit.
  - **Principe cardinal** : le dernier mot nombre prononcé désigne le cardinal de l'ensemble.
  - **Principe de l'indifférence de l'ordre** : les unités peuvent être comptées dans n'importe quel ordre.
  - **Principe d'abstraction** : toutes sortes d'éléments peuvent être rassemblés et comptés ensemble.

# Pédagogie en classe bilingue multiniveau

## Didactique: le comptage-dénombrément

- Rémy Brissiaud remet en cause les principes de R. Gelman, et en particulier les principes de correspondance terme-à-terme et le principe cardinal. Il lui oppose le comptage-dénombrément.
- Le comptage-dénombrément fait correspondre aux mots prononcés la pluralité des éléments correspondant.
- La correspondance terme à terme n'est pas celle entre un nombre dit et un élément mais celle entre chaque nombre dit et la pluralité des unités déjà énumérées.
- Chaque mot prononcé désigne une nouvelle quantité, celle qui résulte de l'ajout d'une nouvelle unité. On nomme ce phénomène **l'itération de l'unité**.
- Pour dénombrer une collection de 3 objets,
  - l'enfant dit « un » en montrant le premier objet,
  - « deux » non pas lorsqu'il touche le deuxième objet mais quand la collection de 2 objets est formée.
  - Idem pour le « trois ».
  - Pour l'enfant, 2 est le résultat de 1 et encore 1, 3 de 2 et encore 1.
- Cette méthode pédagogique permettrait aux enfants d'avoir une meilleure maîtrise de la notion du nombre.
- Ainsi, à la fin du cycle 1, les enfants devraient maîtriser parfaitement les décompositions-recompositions des nombres jusqu'à 5.

# Pédagogie en classe bilingue multiniveau

## Dispositif pédagogique

- La mise en place d'ateliers tournants, très utilisés en maternelle, devrait être étendu en classes élémentaires, et cela d'autant plus qu'elle est particulièrement adaptée aux classes multiniveaux.
- Ce dispositif est efficace pour s'assurer de l'atteinte des objectifs puisque l'enseignant dirige l'un d'entre eux.
- Il faut, pour cela, concevoir des ateliers de travail en autonomie individuel ou par groupe. Ceux-ci permettent de mettre en place des activités de :
  - ▣ Recherche
  - ▣ Réinvestissement
  - ▣ Entraînement
  - ▣ Jeu