

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

# Paradigma 'Rekenen'

Ineke Imbo  
Ineke.Imbo@UGent.be  
<http://users.ugent.be/~iimbo>

CASPER EN HOBBS DOOR BILL WATTERSON

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

## Onderzoek hoofdrekenen

- Met welke taken? Wat observeren we?
- Rekenen en werkgeheugen
  - Encoderen
  - Rekenen
    - Eenvoudige vormen van rekenen
      - Opsplitsing naar executieve functies
      - Opsplitsing naar strategieën
    - Complexe vormen van rekenen
      - Carrying & borrowing
  - Respons geven
  - Extra's
    - Rekenen en taal
    - Schattend rekenen
    - Rekenen en het LTG
    - Rekenen en ontwikkeling
    - Rekenen en neuropsychologie

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

**5 + 6 = ?**      **COMPLEXITEIT**      **17 + 25 = ?**

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

- **Eenvoudige** vormen van hoofdrekenen
  - met getallen van 0 tot en met 9 (en hun inverse)
  - vb.  $5 + 8$     $3 \times 7$     $13 - 5$     $21 : 3$
- **Complexe** vormen van hoofdrekenen
  - met getallen groter dan 10
  - vb.  $54 + 86$     $3 \times 17$     $132 - 54$     $256 : 16$
- **Verschillende rol**
  - strategieën
  - geheugenprocessen

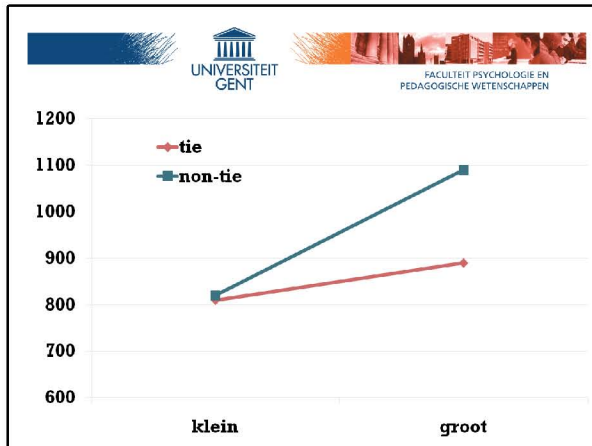
*Ashcraft (1995)*

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

|                  |                      |                    |
|------------------|----------------------|--------------------|
| <b>5 + 6 = ?</b> | <b>COMPLEXITEIT</b>  | <b>17 + 25 = ?</b> |
| <b>8 + 9 = ?</b> | <b>'SIZE' EFFECT</b> | <b>2 + 3 = ?</b>   |
| <b>7 x 7 = ?</b> | <b>'TIE' EFFECT</b>  | <b>7 x 6 = ?</b>   |
| <b>4 x 5 = ?</b> | <b>'FIVE' EFFECT</b> | <b>4 x 6 = ?</b>   |

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

- **'Problem size' effect (grootte effect)**
  - Een rekenprobleem wordt moeilijker naarmate de getallen groter worden  
*(o.a. Stazyk et al., 1982)*
- **'Tie' effect (knoop effect)**
  - Een opgave met twee keer hetzelfde cijfer is makkelijker  
*(Campbell & Gunter, 2002)*
- **'Five' effect**
  - Bij de vermenigvuldiging gaan opgaven met '5' sneller  
*(o.a. Siegler, 1988)*
- **Interactie Size x Tie**
  - Size effect is kleiner voor ties dan voor non-ties  
*(Campbell & Gunter, 2002)*



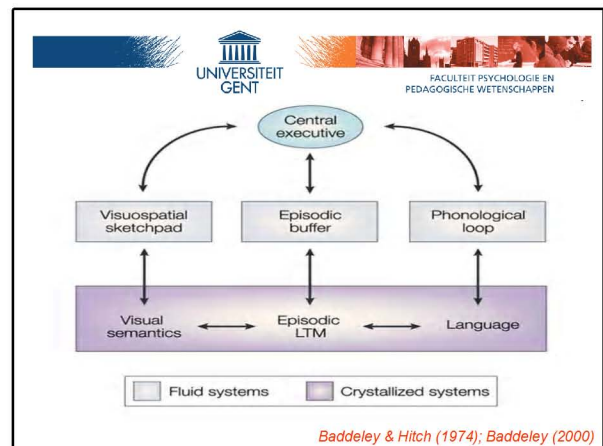
- **Productietaken**
  - Opgave (zonder antwoord) aanbieden
  - Proefpersoon geeft zelf een antwoord
- **Verificatietaken**
  - Opgave mét een mogelijk antwoord aanbieden
  - Proefpersoon geeft aan of bewering 'waar' of 'onwaar' is
  - Bijvoorbeeld "8 + 4 = 13" of "8 + 4 < 13"
- **DEBAT**: Zelfde processen in beide taken of niet?
 

(o.a. Campbell & Taring, 1996; Zbrodoff & Logan, 1990, 2000)

|                   |                                  |                   |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| $5 + 6 = ?$       | <b>COMPLEXITEIT</b>              | $17 + 25 = ?$     |
| $8 + 9 = ?$       | 'SIZE' EFFECT                    | $2 + 3 = ?$       |
| $7 \times 7 = ?$  | 'TIE' EFFECT                     | $7 \times 6 = ?$  |
| $4 \times 5 = ?$  | 'FIVE' EFFECT                    | $4 \times 6 = ?$  |
| $4 + 7 = 12$      | 'SPLIT' EFFECT                   | $4 + 7 = 18$      |
| $7 + 5 = 34$      | 'ASSOCIATIEF VERWARRINGS' EFFECT | $7 + 5 = 35$      |
| $6 \times 4 = 25$ | 'ODD EVEN' EFFECT                | $6 \times 4 = 26$ |

- **Split effect**
  - Een vals antwoord dat ver van het correcte antwoord ligt, wordt sneller verworpen dan een vals antwoord dat dicht ligt (Ashcraft & Stazyk, 1981)
- **Associatief verwarrings- of interferentie-effect**
  - Een vals antwoord dat juist is onder een andere rekenkundige bewerking, gaat moeilijker (Winkelman & Schmidt, 1974; Zbrodoff & Logan, 1986)
- **Odd-even effect (even-oneven of pariteitseffect)**
  - Een vals antwoord dat dezelfde pariteit (even / oneven) heeft als het correcte antwoord gaat moeilijker dan een vals antwoord dat de andere pariteit heeft (Krueger, 1986; Lemaire & Reder, 1999; Masse & Lemaire, 2001)

- ### Onderzoek hoofdrekenen
- Met welke taken? Wat observeren we?
  - Rekenen en werkgeheugen
    - Encoderen
    - Rekenen
      - Eenvoudige vormen van rekenen
        - Opsplitsing naar executieve functies
        - Opsplitsing naar strategieën
      - Complexe vormen van rekenen
        - Carrying & borrowing
    - Responsen geven
  - Extra's
    - Rekenen en taal
    - Schattend rekenen
    - Rekenen en het LTG
    - Rekenen en ontwikkeling
    - Rekenen en neuropsychologie



UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

- **Centrale verwerker**
  - Aandachtscontrole systeem
  - Coördinatie van de slaafsystemen
- **Fonologische lus**
  - Bijhouden van fonologische/verbale informatie
- **Visuo-spatiaal schetsblad**
  - Bijhouden van visuele & spatiale informatie
- **Episodische buffer**
  - Integreren van fonologische & visuo-spatiale informatie
  - Interactie met het lange termijn geheugen

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Dubbeltaakmethodiek

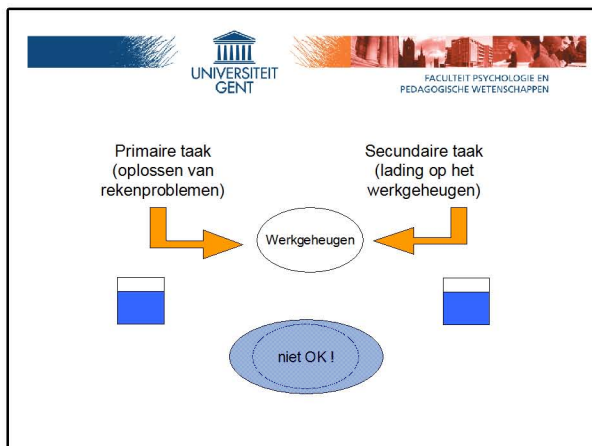
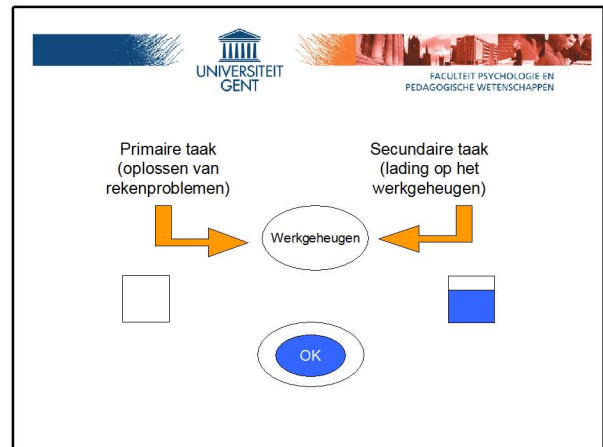
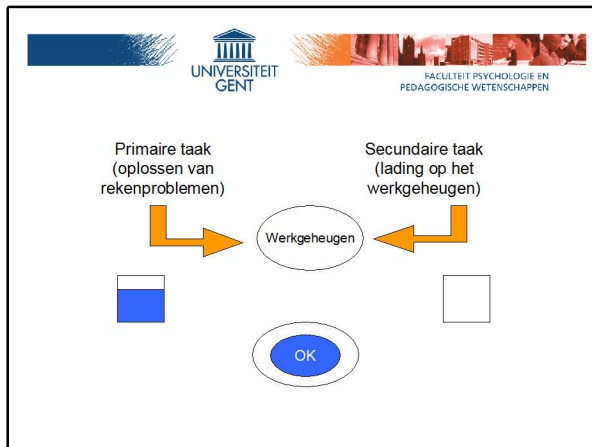
→ Twee taken samen uitvoeren

- (1) primaire taak (vb. hoofdreknen)
- (2) secundaire taak die één van de WG-componenten belast

→ Veronderstelling van de methode

Als... hoofdrekenen slechter gaat wanneer men het samen met de secundaire taak uitvoert

Dan... doen hoofdrekenen en de secundaire taak beroep op dezelfde WG-component



UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Voorbeelden van secundaire taken

Fonologische lus

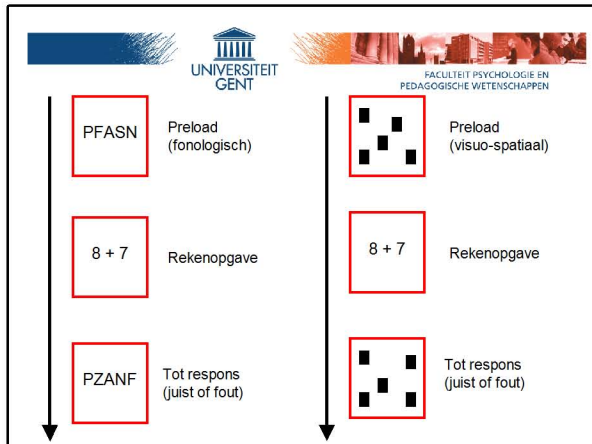
- Actief
  - "de de de de de..." zeggen
  - Letters of nonwoorden onthouden
- Passief
  - Irrelevant geluid aanbieden

Visuo-spatiaal schetsblad

- Actief
  - Matrix tappen
  - Patroon of figuur onthouden
- Passief
  - Passief matrix tappen
  - Irrelevante figuren aanbieden

Centrale verwerker

- Trails taak



UNIVERSITEIT GENT  
FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

Overzichtsartikel **DeStefano & LeFevre (2004)**

- **Encoderen van de opgave**
  - Oriëntatie (*Trbovich & LeFevre, 2003*)
    - Horizontaal -> fonologische lus
    - Verticaal -> visuo-spatiaal schetsblad
  - Modaliteit (*Logie et al., 1994; Heathcote, 1994*)
    - Auditief -> centrale verwerker en fonologische lus
    - Visueel -> centrale verwerker (en vssb)
  - Aanbiedingsduur (*Fürst & Hitch, 2000; Noël et al., 2001*)
    - Kort -> fonologische lus
    - Lang -> géén fonologische lus

UNIVERSITEIT GENT  
FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

Overzichtsartikel **DeStefano & LeFevre (2004)**

- **Rekenen (eenvoudige vormen)**
  - Optelling & vermenigvuldiging -> centrale verwerker  
Optelling & vermenigvuldiging -> géén fonologische lus  
(*De Rammelaere et al., 1999, 2001; Lemaire et al., 1996; Seitz & Schumann-Hengsteler, 2000, 2002*)
  - Vermenigvuldiging -> fonologische lus  
Aftrekking -> visuo-spatiaal schetsblad  
(*Lee & Kang, 2002*)

UNIVERSITEIT GENT  
FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

Overzichtsartikel **DeStefano & LeFevre (2004)**

- **Rekenen (eenvoudige vormen) ... MAAR**
  - Centrale verwerker is **niet één geheel**  
(*Miyake et al., 2000*)  
→ Opsplitsen naar executieve functies
  - Ook volwassenen weten **niet alles** uit het hoofd  
(*Geary & Wiley, 1991; Geary et al., 1993; LeFevre et al., 1996a, 1996b*)  
→ Opsplitsen naar strategieën

UNIVERSITEIT GENT  
FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

**Opsplitsen naar executieve functies**  
(*Deschuyteneer & Vandierendonck, 2005a,b; Deschuyteneer et al., 2005, 2006*)

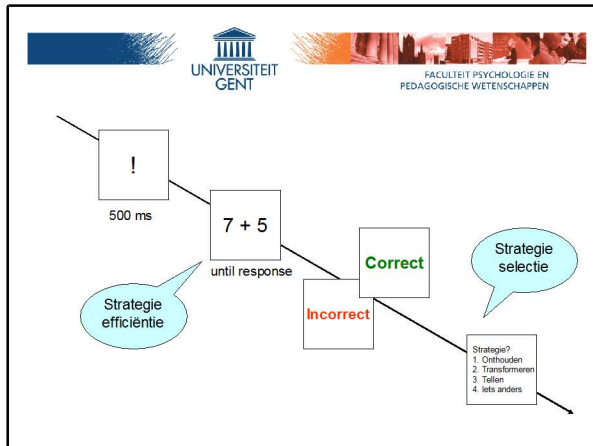
- ▶ **Input monitoring**
  - Simple Reaction Time taak (SRT taak)
    - Op 0 drukken van zodra je een toon hoort (random tijdsinterval)
- ▶ **Input monitoring + responsselectie**
  - Choice Reaction Time taak (CRT taak)
    - Op 1 drukken voor lage toon en op 4 drukken voor hoge toon (random tijdsinterval & random volgorde)
- ▶ **Input monitoring + responsselectie + geheugenupdate**
  - One-back CRT taak (CRT-1 taak)
    - Zoals CRT maar reageren op vorige toon

UNIVERSITEIT GENT  
FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

**Opsplitsen naar strategieën**  
(*Hecht, 2002; Imbo & Vandierendonck, 2007a,b,c; Seyler et al., 2003*)

- **Strategieselectie (wélke?)**
  - Ophaling
    - "3 + 5 = 8, omdat 8 gewoon in me opkomt"
    - "7 x 8 = 56 omdat ik dat vanbuiten weet"
  - Transformeren:
    - "8 + 5 = (8 + 2) + 3 = 10 + 3 = 13"
    - "9 x 8 = (10 x 8) - 8 = 80 - 8 = 72"
  - Tellen
    - "3 + 4 = 3 ... 4 ... 5 ... 6 ... 7"
    - "4 x 8 = 8 ... 16 ... 24 ... 32"
- **Strategie-efficiëntie (snelheid? accuraatheid?)**
  - Bij ophaling uit het geheugen
  - Bij procedures (= tellen & transformeren)





UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

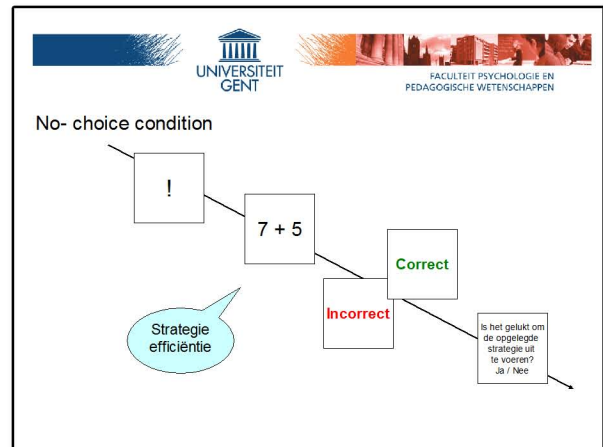
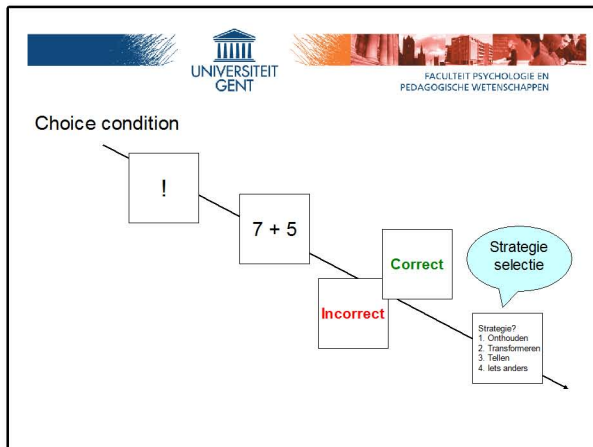
Onderzoek rond strategieën

**Probleem**

- Slechts één conditie
  - Choice: op elke opgave kiezen welke strategie je gebruikt
    - Ophaling bij kleine (4x3), procedures bij grote (8x7)
      - ⇒ "ophaling sneller dan procedure"
      - Maar kleine gaan sowieso al sneller dan grote
      - ⇒ Men trekt dus verkeerde conclusies

**Oplossing**

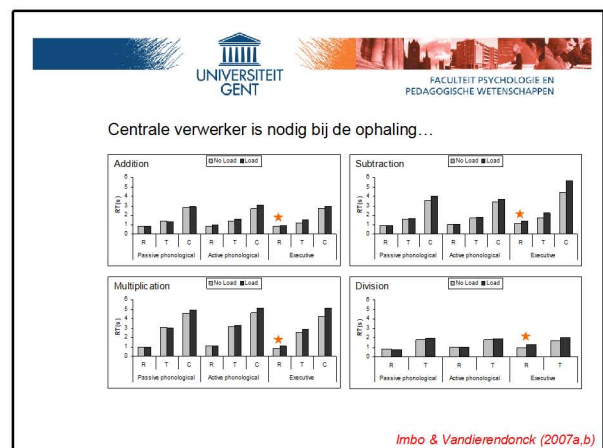
- Choice/No-Choice methode (Siegler & Lemaire, 1997)
  - Twee types condities
    - Choice: kiezen welke strategie je gebruikt
      - Strategieselectie
    - No-Choice: verplicht gebruik bepaalde strategie
      - Men moet ophaling gebruiken op alle opgaven (klein & groot)
      - Men moet procedures gebruiken op alle opgaven (klein & groot)
      - Strategie-efficiëntie

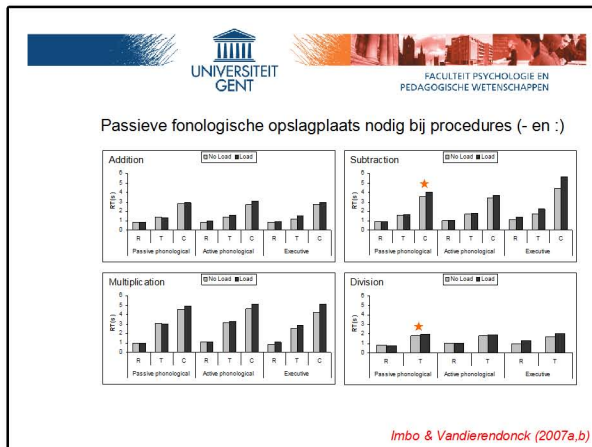
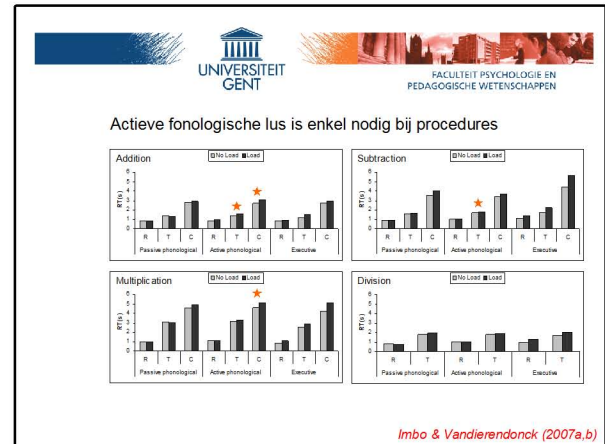
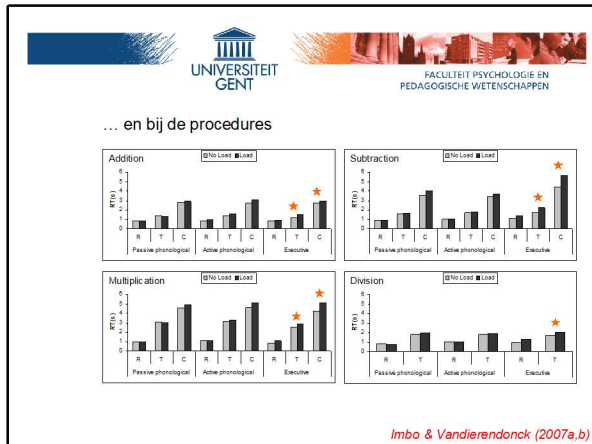


UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden

- Werkgeheugenlading (Hecht, 2002; Imbo & Vandierendonck, 2007a,b,c; Seyler et al., 2003)
  - Strategieselectie**
    - Geen effect van werkgeheugenlading: Men kiest dezelfde strategieën in "geen lading" en "wel lading" condities
  - Strategie-efficiëntie**
    - Centrale verwerker
      - Nodig voor een efficiënte uitvoering van alle strategieën
      - Tellen > Transformeren > Ophaling
    - Fonologische lus
      - Nodig voor een efficiënte uitvoering van procedures
      - Tellen > Transformeren





- UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN
- Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden
- **Problem size**  
(Campbell & Xue, 2001; Imbo & Vandierendonck, 2008a)
    - **Strategieselectie**  
– Meer ophaling bij kleine (2x3) dan bij grote (7x8)
    - **Strategie-efficiëntie**  
– Ophalingsefficiëntie kleine > grote  
Verklaring afhankelijk van model tot model  
(Siegler, 1988; Campbell, 1995; Verguts & Fias, 2005)  
– Procedure-efficiëntie kleine > grote  
Meer tussenstappen

- UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN
- Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden
- **Operatie**  
(Campbell & Xue, 2001; Campbell & Timm, 2000)
    - **Strategieselectie**  
– Frequentie van ophaling  
Vermenigvuldiging > Optelling > Aftrekking > Deling  
Afhankelijk van studie tot studie
    - **Strategie-efficiëntie**  
– Ophalings- en procedure-efficiëntie  
Optelling > Vermenigvuldiging > Aftrekking > Deling
    - **Oefening/trainingseffecten**  
– Vermenigvuldiging ≠ optelling (Imbo & Vandierendonck, 2008b)

- UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN
- Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden
- **Response deadline**  
(Campbell & Austin, 2002)
    - Ppn moesten antwoorden voor 750 ms of na 2500 ms
    - Meer ophaling in snelle-deadline conditie
    - Ppn zetten een lager criterium (confidentie / familiariteit)
  - **Instructies**  
(Ashcraft & Kirk, 2001)
    - Ppn krijgen instructies die gebiased zijn naar ophaling- of procedure-gebruik
    - Ppn passen hun strategieselectie en strategie-efficiëntie aan
    - Maar de effecten van instructie verschillen voor personen met een hoge vs. lage wiskundevaardigheid  
(Imbo & Vandierendonck, 2010; Smith-Chant & LeFevre, 2003)




UNIVERSITEIT GENT  
 FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden

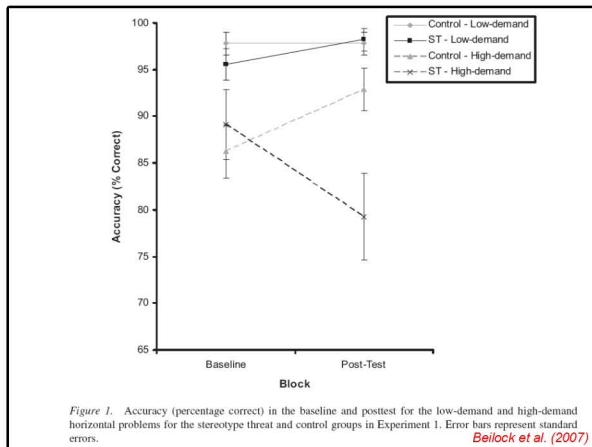
- Druk
  - Druk/stress -> werkgeheugenbelasting ↑
  - > andere strategieën
  - > rekenprestatie ↓
  - (Beilock, 2008; Beilock & Carr, 2005; Beilock & DeCaro, 2007; Beilock et al., 2004; DeCaro et al., 2010)
- Inzicht
  - Inversie (8 + 5 – 5 of 4 x 8 : 8)
  - (Dubé & Robinson, 2009; 2010; Gilmore, 2006; Gilmore & Bryant, 2006, 2008; Robinson & Dubé, 2009a,b,c; Robinson & Ninowski, 2003; Robinson et al., 2006)
  - Aftrekking via optelling (81 – 78)
  - (Peters et al., 2010a,b)






UNIVERSITEIT GENT  
 FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden

- Individuele verschillen
  - Wiskundige vaardigheid
    - (Campbell & Xue, 2001; Hecht, 1999; Imbo et al., 2007; Imbo & Vandierendonck, 2010)
  - Wiskundeangst
    - (Ashcraft & Faust, 1994; Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft & Krause, 2007; Eysenck et al., 2007; Faust et al., 1996; Kellog et al., 1999)
  - Geslacht ...
    - (Carr & Davis, 2001; Geary et al., 2000; Imbo & Vandierendonck, 2007b,c; Imbo et al., 2007; Royer et al., 1999)
    - ... of stereotype dreiging?
      - (Beilock et al., 2007; Beilock & Ramirez, 2011; Dar-Nimrod & Heine, 2006; Spencer et al., 1999)

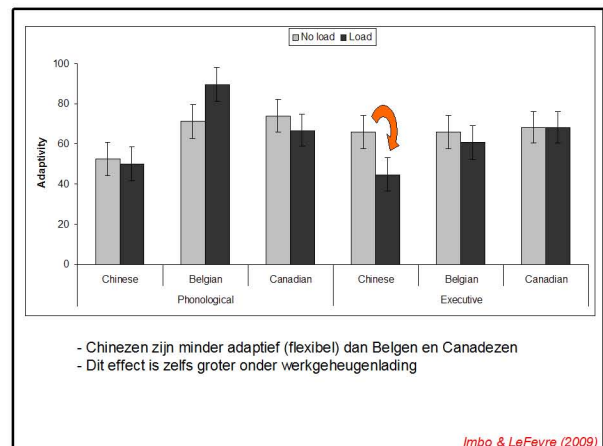
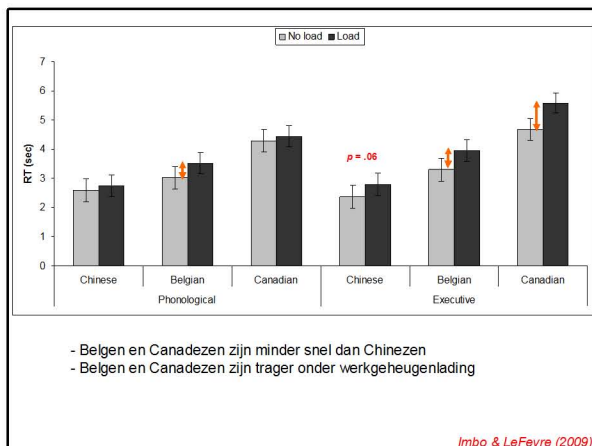


UNIVERSITEIT GENT  
 FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden

- Cultuur
  - (Campbell & Xue, 2001; Geary et al., 1996a, 1997; Imbo & LeFevre, 2009; 2010, 2011; LeFevre & Liu, 1997)
  - Eenvoudige vormen van hoofdrekenen
    - Aziaten gebruiken vaker ophaling en zijn efficiënt
    - Noord-Amerikanen gebruiken vaker procedures en zijn inefficiënt
  - Complexe vormen van hoofdrekenen
    - Aziaten zijn efficiënter dan Belgen en Canadezen -> Ze hebben minder werkgeheugenbronnen nodig
    - Aziaten zijn minder flexibel dan Belgen en Canadezen



UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Variabelen die strategieselectie en -efficiëntie beïnvloeden

- **Ontwikkeling**
  - **Kindertijd** *(Bisanz et al., 1995; Imbo & Vandierendonck, 2007c, 2008a; Lemaire & Siegler, 1995; Mabbott & Bisanz, 2003; Siegler, 1987, 1988a; Steel & Funnel, 2001)*
    - Doorheen de lagere school periode schakelen kinderen over van procedures (zoals tellen) naar ophaling
    - Ze worden ook efficiënter in hun strategie-uitvoering
  - **Ouderdom** *(Duverne & Lemaire, 2004, 2005; Duverne et al., 2006; Geary & Wiley, 1991; Geary et al., 1993; Green et al., 2006)*
    - Oudere personen zijn trager dan jongere personen
      - Enkel in het encoderen van getallen
      - Niet in het ophalen of rekenen zelf
    - Oudere personen zijn minder flexibel dan jongere

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Overzichtsartikel **DeStefano & LeFevre (2004)**

- **Rekenen** (complexe vormen)
  - Carrying & borrowing

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

users.ugent.be/~ilimbo/Mathematics.htm

Vlaamse minister van begroting kan niet tellen

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Carrying of 'overdracht'

*(Ashcraft & Kirk, 2001; Deschuyteneer et al., 2005; Fürst & Hitch, 2000; Imbo et al., 2007; Klein et al., 2010; Logie et al., 1994; Noel et al., 2001)*

- Als som eenheden / tientallen / honderdtallen / ...  $\geq 10$   
 ⇒ Overdracht naar volgende kolom
- Optelling

|        |        |      |      |
|--------|--------|------|------|
| 1      | 11     | 2    | 33   |
| 183    | 231    | 1016 | 4088 |
| 122    | 147    | 1432 | 1177 |
| 601    | 528    | 4205 | 1477 |
| +----- | +----- | 1128 | 1068 |
| 906    | 906    | 7781 | 7810 |

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Carrying of 'overdracht'

*(Imbo, Vergauwe, & Vandierendonck, 2007)*

- Als product eenheden / tientallen / honderdtallen / ...  $\geq 10$   
 ⇒ Overdracht naar volgende kolom
- Vermenigvuldiging

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 1      | 3      | 22     | 32     |
| 113    | 181    | 287    | 187    |
| 6      | 4      | 3      | 4      |
| X----- | X----- | X----- | X----- |
| 678    | 724    | 861    | 748    |

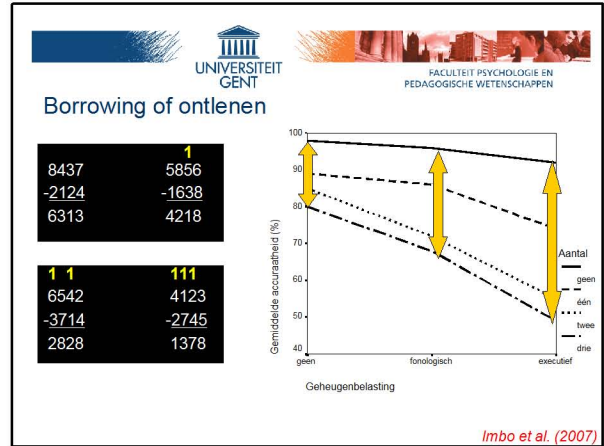
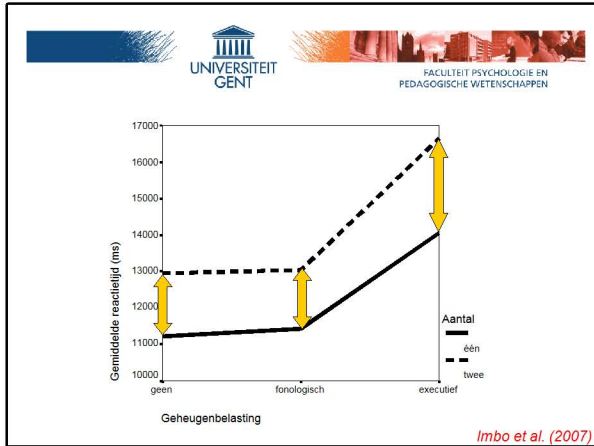
UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### De rol van het werkgeheugen in carrying

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 183   | 183   | 183   |
| 122   | 122   | 122   |
| 601   | 601   | 601   |
| ----- | ----- | ----- |
| ?     | ?     | ?     |

Controle (zonder secundaire taak)      Met fonologische secundaire taak      Met executieve secundaire taak





- UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN
- ### Overzichtsartikel DeStefano & LeFevre (2004)
- Respons geven
    - Belangrijk om over na te denken bij dubbeltaak experimenten:
      - Primaire taak motorisch  
Secundaire taak verbaal
      - Primaire taak verbaal  
Secundaire taak motorisch

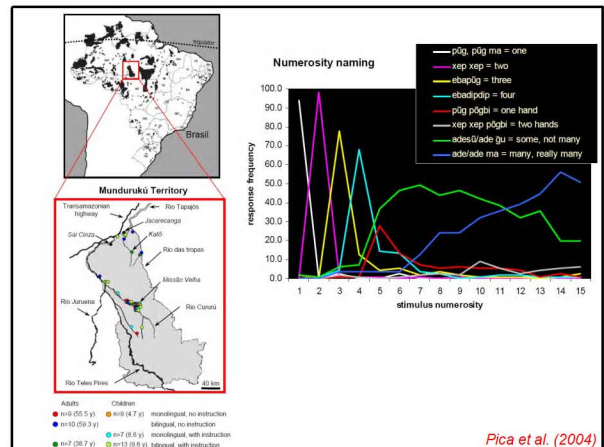
- UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN
- ### Onderzoek hoofdrekenen
- Met welke taken? Wat observeren we?
  - Rekenen en werkgeheugen
    - Encodieren
    - Rekenen
      - Eenvoudige vormen van rekenen
        - Opsplitsing naar executieve functies
        - Opsplitsing naar strategieën
      - Complexe vormen van rekenen
        - Carrying & borrowing
    - Respons geven
  - Extra's
    - Rekenen en taal
    - Schattend rekenen
    - Rekenen en het LTG
    - Rekenen en ontwikkeling
    - Rekenen en neuropsychologie

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

### Rekenen & taal

- Kan je rekenen zonder taal?  
Zijn taal en rekenen afhankelijke vaardigheden?

*(Brysaert, Fias & Noël, 1998; Campbell, 1998; 1999; Gordon, 2004; Pica et al., 2004; Metcalfe & Campbell, 2008; Noël, Fias & Brysaert, 1997)*



UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

## Rekenen & taal

- Transcoding  
Omzetten van ene notatie naar andere  
(Helmreich et al., in press; Krinzinger et al., in press; Barrouillet et al., 2010; Pixner et al., 2010; Van Loosbroek et al., 2009; Zuber et al., 2009)
  - Moeilijker in 'inverse' getaltalen zoals het Duits en het Nederlands
  - Voorbeelden
    - 56 zien maar "vijfenzestig" zeggen
    - 'vierentachtig' horen maar 48 neerschrijven
  - Voornamelijk ontwikkelingsonderzoek

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

## Schattend rekenen

- Vaak moet je niet exact maar wel 'ongeveer' de uitkomst van een opgave weten: 'approximate arithmetic' of schattend rekenen (afroonden)
  - De rol van het werkgeheugen
    - Is groter bij exact rekenen dan bij schattend rekenen (Kalamian & LeFevre, 2007)
    - Is groter bij naar boven afronden dan bij naar beneden afronden (Imbo, Duverne, & Lemaire, 2007)
  - fMRI studies (Klein et al., 2009; Kucian et al., 2008)
  - Nonsymbolic arithmetic (Barth et al., 2006, 2008, 2009; De Hevia & Spelke, 2009, 2010; Gilmore et al., 2007, 2010; Gilmore & Spelke, 2008; Knops et al., 2009; McCrink et al., 2007; McCrink & Wynn, 2009; McCrink & Spelke, 2010)

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

**a** Non-symbolic addition  
Mike and Kim are playing with marbles. Your job is to tell me who has more.

**b** Mike has this many marbles. He puts them into his box.

**c** He gets this many more marbles and puts them into his box. Now all of Mike's marbles are in his box.

**d** And Kim has this many marbles. Who has more?

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

## Rekenen & het lange-termijn geheugen

- Hoe zijn eenvoudige rekenfeiten zoals  $5 + 8$  en  $3 \times 9$  opgeslagen in het LTG? Activeer je bij  $24 : 6$  ook  $4 \times 6$ ?
  - Overzichtsartikels (Domahs & Delazer (2005); De Brauwer & Fias (2008))
  - Modellen etc. (Geary et al. (1996); Campbell (1995, 1997); Campbell et al. (2006); Campbell & Robert (2008); Domahs et al. (2005, 2006); LeFevre & Morris (1999); Rickard (1994, 2005); Rickard & Bourne, (1996); Verguts & Fias (2005))
  - Ontwikkeling (De Brauwer et al. (2006); De Brauwer & Fias (2009))

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

## Rekenen & ontwikkeling

- De rol van het werkgeheugen
  - Deficit in kinderen met dyscalculie (PP05)
  - Correlatieel/longitudinaal onderzoek (Bull & Johnston, 1997; Bull et al., 1999; Bull & Scerif, 2001; Clark et al., 2010; De Smedt et al., 2009; 2010; Hecht et al., 2001; Holmes & Adams, 2006; Holmes et al., 2008; McLean & Hitch, 1999; Noël et al., 2004; Passolunghi & Siegel, 2001; Swanson & Kim, 2007)
  - Dubbeltaak-onderzoek (Imbo & Vandierendonck, 2007; McKenzie et al., 2003)

UNIVERSITEIT GENT FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

## Rekenen & ontwikkeling

- Number line estimation
  - (Berteletti et al., 2010; Booth & Siegler, 2006, 2008; Moeller et al., 2009; Opfer & Siegler, 2007; Siegler & Booth, 2004; Siegler & Opfer, 2003; Siegler & Ramani, 2008, 2009; Ramani & Siegler, 2008; Thompson & Siegler, in press)

67

0 100

Kindergarten  
Last Year: Last Year: 0

First Grade  
Last Year: Last Year: 0

Second Grade  
Last Year: Last Year: 0

Third Grade  
Last Year: Last Year: 0

Figure 1. Approximate 100-dot grids for number line estimation for kindergarten and first, second, and third grade. Last Year: Last Year: 0.

