



HAL
open science

Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk

Luc Trouche, Ghislaine Gueudet, Birgit Pepin, Iveta Kohanová, Øistein Gjøvik, Svein Arne Sikko

► **To cite this version:**

Luc Trouche, Ghislaine Gueudet, Birgit Pepin, Iveta Kohanová, Øistein Gjøvik, et al.. Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk. DAD-Multilingual, 2020. hal-02908383

HAL Id: hal-02908383

<https://hal.science/hal-02908383>

Submitted on 28 Jul 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk

Luc Trouche, Ghislaine Gueudet & Birgit Pepin
Norsk versjon: Iveta Kohanová og Øistein Gjøvik
Korrektur: Svein Arne Sikko

Abstrakt

Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk er en oppføring i Encyclopedia of Mathematics Education, (Trouche, Gueudet & Pepin, 2018). Denne oppføringen ble oppdatert i 2020 (Trouche, Gueudet & Pepin, 2020). Denne artikkelen er en norsk tilpasning til denne oppdaterte versjonen og er en del av en samling som samler slike tilpasninger på 14 språk (<https://hal.archives-ouvertes.fr/DAD-MULTILINGUAL>).

Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk er en matematikkdiraktisk teori. Det primære formålet er å forstå læreres profesjonsfaglige utvikling ved å studere interaksjonen med ressursene de bruker og utformer for og i undervisningen sin. I denne teksten beskriver vi kort framveksten av denne tilnærmingen, dens teoretiske kilder, de viktigste begrepene og den tilhørende metodikken. Vi illustrerer disse aspektene med eksempler fra forskjellige forskningsprosjekter. Denne syntetiske presentasjonen er skrevet for forskere, men også for ikke-spesialister (f.eks. masterstudenter) som er interessert i en introduksjon til dokumenteringstilnærmingen.

Nøkkelord

Undervisningsmateriell; Digitale ressurser; Dokumentell skapelse; Operasjonelle invarianter; Ressurssystemer; Undervisningsressurser; Læreres kollektive arbeid; Læreres profesjonsfaglige utvikling.

Abstract

The 'Documentation Approach to Didactics' is an entry of the Encyclopedia of Mathematics Education (Trouche, Gueudet & Pepin, 2018). This entry has been updated in 2020 (Trouche, Gueudet & Pepin, 2020). This article is a Norwegian adaptation of this updated version. It is part of a collection, gathering such adaptations in 14 languages (<https://hal.archives-ouvertes.fr/DAD-MULTILINGUAL>).

The documentational approach to didactics is a theory in mathematics education. Its first aim is to understand teachers' professional development by studying their interactions with the resources they use and design in/for their teaching. In this text we briefly describe the emergence of the approach, its theoretical sources, its main concepts and the associated methodology. We illustrate these aspects with examples from different research projects. This synthetic presentation is written for researchers, but also for non-specialists (e.g. master students) interested in a first discovery of the documentational approach

Keywords

Curriculum materials; Digital resources; Documentational geneses; Operational Invariants; Resource systems; Resources in/for teaching; Teachers' collective work; Teacher professional development.

1. Introduksjon

Matematikklærere jobber med læreplanen og andre ressurser i sitt daglige arbeid. Arbeidet med undervisningsressurser inkluderer valg, modifisering og tilvirking av nye ressurser, både i klasserommet og i lærerarbeidet ellers, det vil si utenfor undervisningsøktene. Dette skapende arbeidet vil bli kalt *lærerdokumenteringsarbeid* og resultatet *lærerdokumentering*.

Typiske undervisningsressurser kan være tekster (f.eks. lærebøker, lærerveiledninger, oppgaveark til elever) eller digitale læremidler (f.eks. digitale interaktive lærebøker). Men siden det nå er nær sagt ubegrenset tilgang til ressurser på Internett, er lærere ofte usikre når det gjelder å velge de mest passende ressursene for undervisningen, både didaktisk og kvalitetsmessig. Derfor har studiet av ressurser og matematikklæreres interaksjon og arbeid med disse ressursene blitt et framtrødende forskningsfelt (f.eks. Pepin, Gueudet & Trouche, 2013). Ikke minst skyldes dette at læreplanreformer i mange land tvinger fram behovet for bruk av reforminspirert undervisningsmateriell som kan hjelpe lærere med å arbeide etter den nye læreplanen.

Teoretisk har læreres arbeid med undervisningsressurser blitt studert fra mange sider og teoretiske perspektiver (f.eks. Remillard, 2005; Pepin et al., 2013). Et eksempel finner vi i den anglo-amerikanske forskningslitteraturen med begrepet "gjennomført læreplan" (enacted curriculum). I det kontinentale Europa er "Didaktikk" et vanlig begrep (f.eks. Pepin et al., 2013). Denne teksten beskriver, forklarer og illustrerer *DokumenteringsTilnærmingen til Didaktikk* (DTD, opprinnelig The Documentational Approach to Didactics, DAD), som har røtter i fransk didaktikk.

2. Kilder til tilnærmingen

Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk ble først introdusert av Ghislaine Gueudet og Luc Trouche (Gueudet & Trouche 2009; Gueudet, 2019), og har blitt videreutviklet i samarbeid med Birgit Pepin (Gueudet, Pepin & Trouche, 2012). DTD er opprinnelig gjennomsyret av den franske tradisjonen i matematikkdiraktikk (Trouche, 2016), der begreper som *didaktisk situasjon*, *institusjonell begrensning* (institutional constraint) og *skjema* (schema) står sentralt. Samtidig benytter den seg av sosiokulturell teori, inkludert begreper som *mediering* (Vygotsky, 1978) som grunnbegrep i en kognitiv prosess. Videre har tilnærmingen blitt utviklet på grunn av den nye digitaliseringen av informasjon og kommunikasjon, som igjen framtvinger nye teoretiske tilnærminger.

Digitaliseringen av informasjon og kommunikasjon og utviklingen av Internett ellers har virkelig hatt store konsekvenser: enkel tilgang til mengder av ressurser og i tillegg kommunikasjon med mange mennesker. Dette har gjort det nødvendig å foreta en fullstendig omgjøring av tenking og handling, spesielt innen skole og utdanning. Nye spenninger oppstår, mellom *statiske* og *dynamiske* ressurser, mellom *bruk* og *utforming* av undervisningsressurser, mellom *individuell* og *kollektivt* arbeid (Pepin, Choppin, Ruthven, & Sinclair, 2017). Ved å ta hensyn til disse avveiningene søker DTD å lage et paradigmeskifte ved å analysere læreres arbeid i og for undervisning. En slik analyse gjøres ved å bruke "ressurser" som linse, det vil si ressursene lærerne forbereder for (å støtte) sin undervisningspraksis, og som igjen blir fornyet av / i praksis.

I tillegg til den franske didaktikktradisjonen hentet forfatterne inspirasjon fra flere tilstøtende forskningsfelt: *teknologibruk*, *ressurs- og læreplanutvikling*, *informasjonsarkitektur* og *profesjonsfaglig utvikling for lærere*.

Innenfor teknologibruk var *instrumentell tilnærming* den sentrale underliggende ideen for DTD. Denne teorien er utviklet av Rabardel (f.eks. Vérillon & Rabardel, 1995) innen kognitiv ergonomi og deretter integrert i matematikkdiraktikk (Guin & Trouche, 2002; Guin, Ruthven, & Trouche, 2005). Her skilles det mellom et *artefakt*, som er tilgjengelig for en gitt bruker, og et *instrument*, som er utviklet av brukeren. Tilknyttede begreper er *skapelse*, *instrumentering* og *instrumentalisering*, og disse er også en viktig del av DTD (se avsnitt 3). Utviklingen av den instrumentelle tilnærmingen hørte til det tidsrommet da lærerne sto overfor utfordringen med å integrere nye *enkeltstående verktøy* (f.eks. en kalkulator, CAS, dynamiske geometriprogrammer). Det ble tydelig at instrumenteringstilnærmingen ikke var tilstrekkelig da lærere ofte (ved hjelp av Internett) var omringet av en overflod av ressurser med stor variasjon.

Denne nyanseringen av *ressurser* ligger tett opp til Adlers (2000) forslag om "å tenke på en ressurs som det engelske verbet "to re-source", å re-skaffe eller skaffe på annen måte" (s. 207). For å beholde dette perspektivet, betrakter DTD et bredt spekter av ressurser: lærebøker, digitale ressurser, e-postutveksling med kolleger, elevark, osv. Alt som kan revitalisere lærerens arbeid, ressurser som *snakker med læreren*

som uttrykt av Remillard (2005) og som støtter hens engasjement i undervisning.

Dette brede synet på ressurser fører også til et bredt syn på lærerens profesjonelle læring. Som Ball, Hill og Bass (2005) uttalte i sin studie av undervisningskunnskap for matematikklærere (UKM, eng. MKT), er ikke undervisning begrenset til arbeidet i klassen, men inkluderer også planlegging, evaluering, skriving av vurderinger, diskusjoner med foreldre, m.m. I DTD ønsker vi å se på lærernes arbeid gjennom deres samhandling med ressurser, og (etter Cooney, 1999) å erkjenne at endring av praksis og endring av fagkunnskap og oppfatninger er knyttet sammen (på en bestemt måte, som forklart i tredje avsnitt).

Ved å skulle betrakte ressurser som grunnlag for lærernes arbeid, var det behov for et ord for å navngi det en lærer utvikler for et spesifikt mål gjennom sitt arbeid med disse ressursene. Betegnelsen *dokument* ble innført: det hadde allerede blitt brukt innen informasjonsarkitektur (Salaün, 2012) for å utforme "noe som har en intensjon", og dedikert til en gitt bruk i en gitt kontekst. Dette valget er opphavet til navnet på tilnærmingen "dokumenteringstilnærming til didaktikk".

Til slutt fører lettvintheten ved å kommunisere via Internett til at en må ta hensyn til framveksten av et spekter av forskjellige former for samhandling mellom lærere: nettverk, nettforeninger og mer eller mindre formelle nettsamfunn. Wengers (1998) teori om *praksisfelleskap* og dens begreper *deltakelse*, *forhandlinger* og *tingliggjøring* framsto som særlig fruktbare for å analysere utformingen av undervisningsressurser av kollektiver av lærere som en prosess for profesjonell læring (Gueudet, Pepin & Trouche, 2013).

Etter å ha beskrevet kildene til denne teoretiske tilnærmingen, vil vi presentere dens struktur og kjernebegreper i det følgende avsnittet.

3. Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk - en helhetlig tilnærming til læreres arbeid

I denne delen beskrives og forklares bestanddelene i DTD og prosessene som er involvert. De følgende begrepene blir definert: ressurser, dokumenter, skapelse, instrumentering og instrumentalisering.

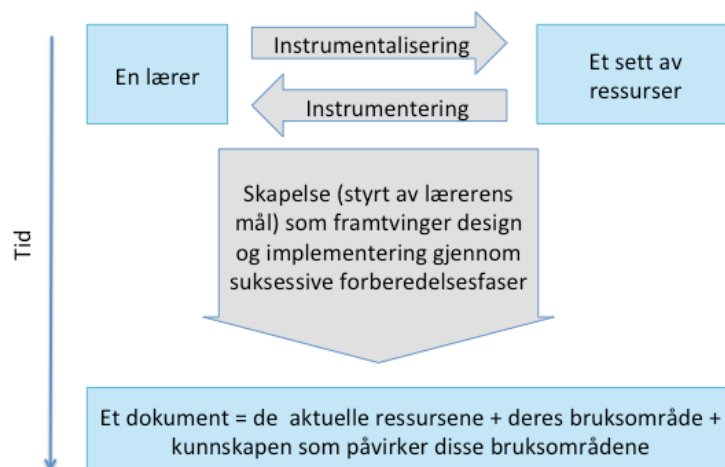
Undervisningsressurser er alle ressursene (f.eks. multimodal tekst, ikke-digital/tradisjonell tekst) som er utviklet og brukt av lærere og elever i deres interaksjon med matematikk i/for undervisning og læring, i og utenfor klasserommet. Undervisningsressursene inkluderer også digitale læremidler (Pepin, Choppin, Ruthven & Sinclair, 2017), og Pepin og Gueudet (2018) skiller mellom digitale ressurser og undervisningsteknologi. De skiller også mellom *materielle ressurser* (f.eks. lærebøker, digitale læremidler, konkrete og kalkulatorer), *sosiale ressurser* (f. eks. en samtale på nett/i et forum), og *kognitive ressurser* (f. eks. rammeverk/teoretiske verktøy brukt til å samarbeide med lærere). DTD har først og fremst blitt knyttet til læreres arbeid, men kan også bli brukt til å studere arbeidet til lærerutdannere (f. eks. Psycharis & Kalogeria, 2018), eller elevers samhandling med ressurser (f. eks. Kock & Pepin, 2018).

Lærere utvikler gjennom bruken av bestemte ressurser, eller sett av ressurser, sine egne *bruksskjemaer* knyttet til disse ressursene (se avsnitt 4 under). Disse er gjerne ulike for forskjellige lærere, selv om de benytter den samme ressursen, avhengig av for eksempel den enkelte lærers preferanser og kunnskap. Resultatet av dette er det vi kaller *dokumentet*, slik at:

$$\text{Ressurs} + \text{bruksskjema} = \text{dokument}$$

Prosesen med å utvikle dokumentet (inkludert lærerens læring underveis) har blitt kalt *dokumentell skapelse* (f. eks. Gueudet & Trouche, 2009).

Pepin, Gueudet og Trouche (2013) har gitt teoretiske perspektiver på "re-innhenting av læreres arbeid og samhandling", og den dokumenteringstilnærmingen er spesielt relevant for å se på "bruk" av ressurser som en interaktiv og mulig transformerende prosess. Denne prosessen virker begge veier: ressursenes muligheter påvirker lærerens praksis (*instrumenteringsprosessen*) og lærerens tilbøyeligheter, læringsfilosofi og kunnskap peker mot valg og transformasjonsprosesser mellom ulike ressurser (*instrumentaliseringsprosessen*) (figur 1). DTD vektlegger derfor den dialektiske karakteren ved interaksjoner med lærerressurser der en kombinerer instrumentering og instrumentalisering (Vérillon & Rabardel, 1995). Disse prosessene inkluderer design, re-design, eller "design-i-bruk" praksiser (der lærere endrer et dokument "på sparket" etter deres undervisningsbehov).



Figur 1. En representasjon av en dokumentell skapelse

I DTD foreslås det en modell for interaksjon mellom lærere og ressurser, med ringvirkninger for læreres profesjonelle utvikling. Samtidig som det er en enorm mengde potensielt egnede materialer tilgjengelig på Internett, tilbyr ikke nettet dertil egnet støtte for hvilke relevante søk og utvalg som kan være nødvendig om man ønsker å søke etter bestemte (kanskje interaktive) læringsressurser. Ressursene man finner ønsker man gjerne å kombinere med andre (f.eks. lærebok-) ressurser med deres spesifikke epistemiske eller didaktiske innfallsvinkler. Med andre ord blir lærere ofte tilbudt en “haug av byggesteiner” uten veiledning for hvordan disse byggesteinene kan bli satt sammen for å utvikle en sammenhengende læringsbane for eleven. Enten man søker etter oppgaver til å supplere en gitt undervisningssekvens eller til å planlegge læringsveier gjennom en fleksibel e-lærebok, vil lærere ha behov for profesjonell støtte for å hjelpe dem med å utvikle *kunnskaper og ferdigheter i undervisningsdesign* (Pepin, Gueudet & Trouche, 2017) – en omtenksomhet/oppmerksomhet når det gjelder matematiske og pedagogiske aspekter ved undervisningsressurser og fleksibilitet til å bruke dem (se vindu 1). Dette er i tråd med DTD, og Wang (2018) anser kunnskaper og ferdigheter i undervisningsdesign som en del av læreres dokumentelle ekspertise.

Vindu 1. Ressurser på ungdomsskolen: eksempelet på Veras dokumenteringsarbeid

Vera er en av de mange matematikklærere som arbeider med Sésamath i Frankrike (Gueudet et al., 2013; Pepin et al., 2017). Sésamath er en forening av ungdomsskolematematikklærere i Frankrike, der medlemmene (siden 2001) har utformet, og fritt tilbyr, interaktive e-bøker på deres hjemmeside (<http://www.sesamath.net/>). Veras dokumenteringsarbeid blir her analysert etter en ny undervisningsøkt. Det var første gang Vera underviste på 8. trinn om prosent, og hun brukte et mangfold av ressurser til denne timen, inkludert Sésamath-ressurser.

Analysen fokuserer på en læringssyklus: forberedelse til timen, utføring av undervisningsøkta, evaluering av elevenes læring og forståelse og refleksjon over arbeidet hennes. Valget av en slik læringssyklus er i tråd med ideene som ligger til grunn for DTD: designet var ikke begrenset til den opprinnelige utformingen av en gitt ressurs for å undervise i et bestemt innhold, men fortsatte i løpet av bruken av ressursen. Designarbeidet til Vera inkluderte for eksempel bruk av LaboMEP (et Sésamath-verktøy) for å foreslå ulike oppgaver til forskjellige elever - dette gjorde henne oppmerksom på behovet for å differensiere undervisningen. LaboMEP hadde også varianter av oppgaver med samme struktur. Vera erklærte at det var en sterk motivasjon for henne for å forbedre sin undervisning, ved å mestre ikke bare et sett med kjente oppgaver, men også variasjonene (med den samme matematiske strukturen) relatert til en bestemt undervisningssituasjon.

Disse resultatene blir tolket som bevis på en forbedring av hennes didaktiske fleksibilitet, med andre ord, utviklingen av hennes evner til å designe undervisning når hun velger, utnytter og endrer eksisterende undervisningsressurser effektivt og designer/lager nye materialer, for å oppnå effektiv matematikkundervisning.

Undervisning blir ofte sett på som design. Dette er i tråd med Brown (2009) som forklarer at tolkningen av undervisning som design, og oppfatningen av lærere som designere, passer med en rekke kognitive teorier som "understreker det viktige partnerskapet som eksisterer mellom individer og verktøyene de bruker for å oppnå sine mål. (...) Og det er ikke bare individers kapasitet som forårsaker at mennesker når sine mål, men også mulighetene som ligger i artefaktene de bruker" (s. 19, oversatt). Derfor ser Brown (2009) på dette forholdet som en innbyrdes relasjon. Aktiviteten å "designe" er ikke bare avhengig av lærerens kompetanse, men det er et innbyrdes forhold mellom lærer/e og ressursene (for læring). Dette kan ses på som "forholdet mellom lærer og verktøy", og mulighetene i undervisningsressursene påvirker dette forholdet. Som i DTD understrekes det at enhver forståelse av læreren som designer må inneholde en bevisst/tilsiktet handling for å designe, for å skape "noe nytt" (f.eks. å kombinere eksisterende og nye elementer) for å nå et visst (didaktisk) mål (Pepin, Gueudet & Trouche, 2017). Dette kan vi finne støtte for i begrepet *bruksskjema*, som defineres i følgende avsnitt.

4. Utdyping av tilnærmingen: skjema og systemer

Begrepet "skjema" (Vergnaud, 1998) står sentralt i DTD. Det er nært knyttet til begrepet "klasse av situasjoner", som i denne sammenheng er et sett profesjonsfaglige situasjoner som tilstreber samme mål med aktiviteten. For eksempel, "å håndtere heterogenitet på 8.trinn" er en klasse av situasjoner for Vera (i vinduet gitt over). For en gitt klasse av situasjoner utvikler et subjekt (her er det læreren) en stabil organisering av hens aktivitet, et skjema. Et skjema har fire komponenter:

- Mål for aktiviteten (karakterisering av "klasse av situasjoner"),
- Handlingsregler, hvordan innhente informasjon og holde kontroll,
- Operasjonelle invarianter, som er kunnskapskomponenter bestående av to (assosierte) typer: *teorem-i-bruk*, et utsagn som er ansett som sant, og *begrep-i-bruk*, et begrep ansett som relevant (se eksempelet nedenfor),
- Mulige avgjørelser som tilpasses de ulike situasjonene.

I løpet av aktiviteten kan læreren berike skjemaene sine, integrere nye handlingsregler eller utvikle nye skjemaer. Skjematenking tilbyr i så måte en modell for å analysere læring. I DTD er skjemaene som en da betrakter, bruksskjemaene for en gitt ressurs (eller et sett av ressurser). Ressursene og de tilhørende skjemaene danner tilsammen et dokument (som oppsummert av likninga i forrige avsnitt).

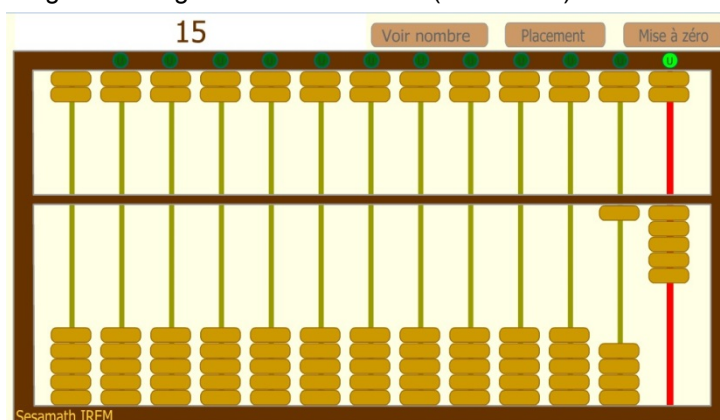
Alle ressursene en lærer bruker kan vi kalle hens *ressurssystem*. Disse ressursene er assosiert med bruksskjemaer og danner dokumenter (den samme ressursen kan inngå i flere dokumenter). Dokumentene som er utviklet av en lærer, danner også et system, kalt lærerens *dokumentsystem*. Strukturen har samme struktur som en klasse av situasjoner som utgjør den profesjonsfaglige aktiviteten til læreren (i henhold til de ulike målene for aktiviteten hens).

Når lærere deler sitt *dokumenteringsarbeid*, for eksempel i en gruppe der de forbereder undervisning i fellesskap, kan de samtidig utvikle et delt ressurssystem (Trouche, Gueudet & Pepin, 2019). Likevel kan de ulike medlemmene i gruppen utvikle ulike skjemaer for den samme ressursen, som igjen resulterer i ulike dokumenter (Pepin & Gueudet, 2020).

Vindu 2 presenterer bruk av en ressurs på barneskolen, for å illustrere/eksemplifisere operasjonelle invarianter, ressurssystemer og dokumentsystemer.

Vindu 2. Ressurser på barneskolen - eksemplet med den virtuelle abakus

Den virtuelle abakusen (figur 2) er et gratis program¹ utviklet i Frankrike av Sésamath, en matematikklærerforening som designer online ressurser (se vindu 1).



Figur 2. Den virtuelle abakusen

Den kinesiske abakusen er delt i to deler av en stolpe i midten, kalt "lesestangen". Bare perlene på denne stolpen regnes som "aktivert". Det er to slags perler: 5'er-perler (Det er to av disse) og 1'er-perler (det er fem av disse) på hver stang. Den kinesiske abakusen består av 13 vertikale stenger. Hver stang tilsvarer en tierpotens i plassverdisystemet, enere, tiere, hundrere, osv. (fra høyre mot venstre). Det er flere muligheter for å vise det samme tallet på den kinesiske abakusen. Tallet 15 kan for eksempel bli representert på abakusen ovenfor ved å bruke 6 perler (en enhetsperle, en på tierstangen og fem på enerstangen). Tallet kan også representeres ved bruk av bare to perler ved å erstatte de fem enerperlene til høyre med en femmerperle på samme stang.

Carlos er en erfaren barneskolelærer som har blitt "skygget" over en treårsperiode (Poisard, Bueno-Ravel & Guedet, 2011). Han har bestemt seg for å bruke abakus for å undervise i temaet tall i sin gruppe på 3.trinn. Han har sett en aktivitet med abakus i læreboka, men ønsket ikke å bruke denne aktiviteten i klassen før han oppdaget den virtuelle abakusen. Han startet med fysiske abakuser og elevene manipulerte dem og formulerte hypoteser om hvordan de fungerer. Deretter jobbet de på den virtuelle abakusen, og lagde instruksjoner for bruk av denne. Etter det foreslo Carlos noen oppgaver i å skrive et gitt tall på abakus og å lese av et tall anordnet på en abakus. Når det kom til sluttvurdering ble slike oppgaver gitt på papir for å unngå at elevene brukte en prøve-og-feile-strategi på programvaren.

Carlos utviklet flere dokumenter der han tok i bruk en virtuell abakus og andre tilhørende ressurser (Poisard, Bueno-Ravel & Guedet, *ibid*). For målet "å oppdage hvordan abakusen fungerer", brukte han både en fysisk abakus og den virtuelle abakusen og spurte elevene om å lage plakater. Det var viktig for han å la elevene utforske og oppdage abakusens prinsipper på egen hånd. Dette korresponderer til en operasjonell invariant, et teorem-i-bruk, nemlig "elevene må oppdage for seg selv de nye verktøyene de møter så langt det er mulig". Det er også knyttet til det assosierte begrep-i-bruk: "selv-oppdagelse", og begge var utviklet av Carlos før møtet med den virtuelle abakusen. En annen operasjonell invariant grep inn i valgene Carlos gjorde, nemlig "det er viktig for elever på tredje trinn å manipulere fysiske ressurser". Skjemaet for målet "å oppdage hvordan abakusen fungerer" består av disse operasjonelle invariantene og tilhørende handlingsregler: "tilby en fysisk abakus til elevene for å la dem manipulere"; "tilby en virtuell abakus til elevene for å la dem sjekke hvilke tall som presenteres".

Gjennom arbeidet sitt med abakusen, har Carlos observert følgende: Om elevene bruker en virtuell abakus for aktiviteten "Vis et gitt tall på abakusen", utvikler de en prøv-og-feil-strategi ved å bruke knappen "vis tall". Derfor bestemte han seg for å foreta en sluttvurdering på papir. Han utviklet et nytt dokument, for læringsmålet: "lære elevene hvordan å vise et tall på abakusen". Dette dokumentet

¹ Programvare og andre ressurser kan finnes på http://seminaire-education.espe-bretagne.fr/?page_id=611

innarbeidet den virtuelle abakusen, men også en abakus som ble tegnet på papir, og en operasjonell invariant som var "på den virtuelle abakusen kan elevene bruke prøv-og-feil-strategier".

Carlos er en erfaren barneskolelærer. For å undervise om tall på tredje trinn hadde han gjennom mange år utviklet et (under-)system av ressurser og dokumenter. Abakusen har blitt innarbeidet i disse ressursene, samt i nye dokumenter. Noen av disse dokumentene korresponderer med læringsmålet som var direkte koblet til abakusen, som "å oppdage hvordan abakusen fungerer" og "lære elevene hvordan man skriver et tall på abakusen". I andre dokumenter var ikke abakusen framtreddende, men ble likevel brukt for å nå dette læringsmålet. Et eksempel er læringsmålet "lære prinsippene om titalssystemet", hvor han brukte abakusen for å vise "gruppering og veksling"-prinsippet (som f.eks. å gruppere to femmerperler på en stang og veksle dem i én perle på den neste stangen). Andre ressurser i ressurssystemet hans var også til stede i disse dokumentene, slik som plakater elevene lagde. Noen av disse ressursene har vært avgjørende i valget om å bruke abakusen. Spesielt var læreboken viktig, siden den ga ham hans første tanke om hvordan en kunne bruke abakusen i klasserommet.

Hele dokumentsystemet til en lærer består av mange undersystemer (eng. sub-systems) med sin egen struktur, knyttet til for eksempel et spesifikt matematisk innhold eller en spesifikk type aktivitet. Det kan være et undersystem for geometri, et undersystem for vurdering etc. Man kan beskrive det på mange ulike nivåer, fra et veldig generelt syn på aktiviteten til et veldig spesifikt fokus på et gitt matematisk innhold. For forskning innen matematikdidaktikk gir det mer informasjon om lærernes interaksjoner med ressursene, og konsekvenser av disse, å studere mer spesifikke nivåer, som tar i betraktning matematisk innhold. Læringsmålet kan være for eksempel "å vurdere elevens ferdigheter i prosentregning på åttende trinn". DTD hevder at å analysere læreres dokumenteringsarbeid krever bruk av en spesifikk metodikk. Dette er formålet med følgende avsnitt.

5. Reflekterende undersøkelse: utvikling av en metodisk konstruksjon

Denne delen presenterer forskningsdesign vanligvis knyttet til DTD og prinsippene som ligger til grunn for dette designet. Deretter beskrives et verktøy som illustrerer disse prinsippene. Til slutt presenteres noen problemer den reflekterende undersøkelsesmetodologien står overfor. Å analysere læreres aktivitet gjennom dokumenteringsarbeidet deres krever å ta hensyn til følgende: mangfoldet av ressurser som gir opphav til og produseres av dette arbeidet, forskjellige interaksjoner (kollektive, institusjonelle og sosiale) som påvirker dette arbeidet og tiden det tar å utvikle dokumentell skapelse. Disse epistemologiske betraktningene førte til at DTD krever en spesifikt utviklet metodikk, kalt *reflekterende undersøkelse av læreres dokumenteringsarbeid*.

Denne metodikken gir lærerne selv en viktig rolle, og den underbygges av fem hovedprinsipper²:

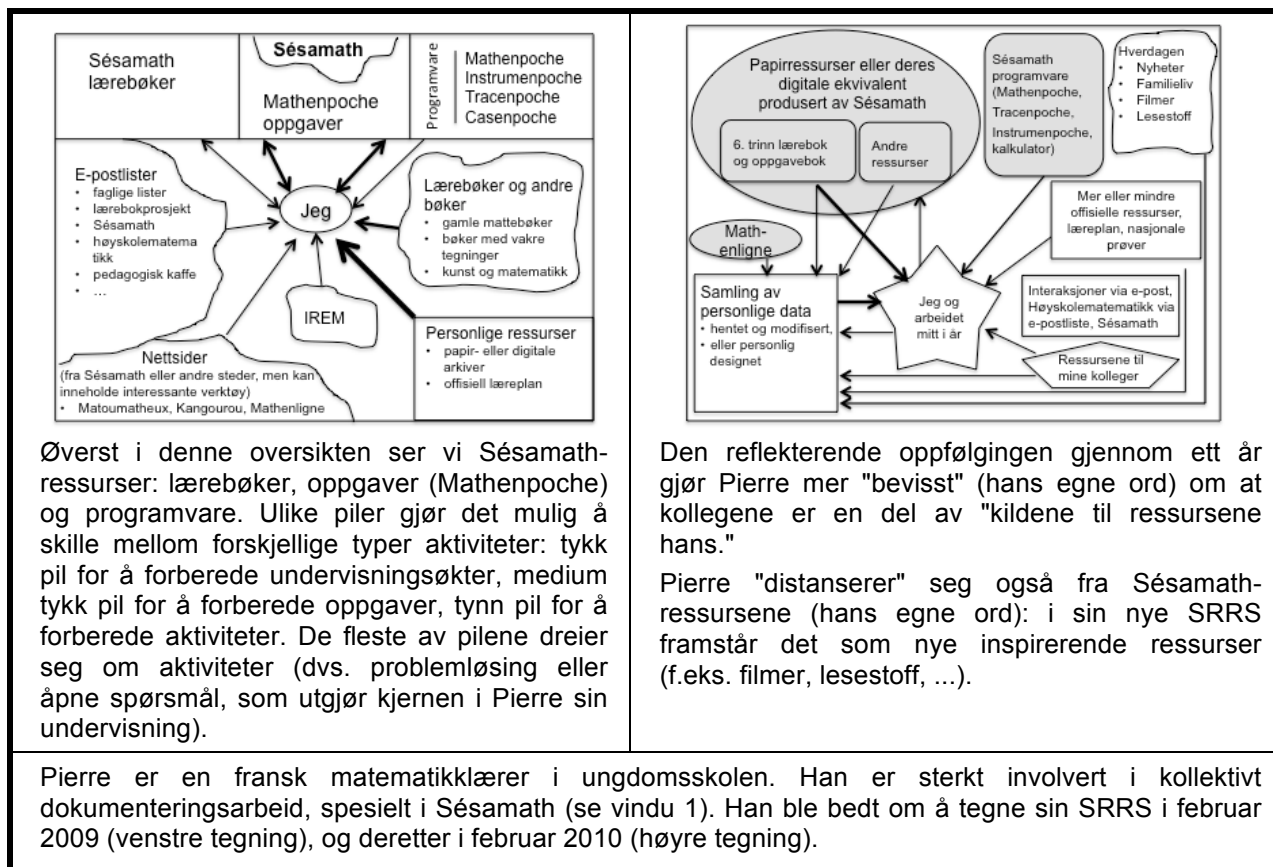
- Prinsippet om *bred samling av materialressursene* brukt og produsert i løpet av dokumenteringsarbeidet
- Prinsippet om *langsiktig oppfølging*. Skapelser er pågående prosesser og skjemaer utvikler seg over lange tidsperioder
- Prinsippet om *oppfølging i og utenfor klasserommet*. Klasserommet er et viktig sted der undervisningen blir implementert, og der en må gjøre tilpasninger, revisjoner og improvisere. En viktig del av lærernes arbeid foregår imidlertid utenfor klasserommet, f.eks. andre steder på skolen (f.eks. i personalrom), hjemme eller i lærerutviklingsentre/programmer
- Prinsippet om *reflekterende oppfølging* av dokumenteringsarbeidet
- Prinsippet om *å konfrontere lærere med deres syn på dokumenteringsarbeidet sitt og konkretiseringer av dette arbeidet* (konkretisering kommer for eksempel fra samlingen av materielle ressurser; fra lærerens praksis i klasserommene).

Den aktive involveringen av læreren er en praktisk nødvendighet, siden hen er den som har tilgang til dokumenteringsarbeidet sitt (utover direkte observasjoner av en forsker). Det gir også en reflekterende væremåte som igjen leder læreren til en introspektiv holdning. Noen ganger kan det synliggjøre hva som kan være skjulte ressurser eller skjulte sammenhenger i hans ressurssystem. Prinsippene og hensikten med denne datainnsamlingen spredt over lang tid må presenteres tydelig av forskeren for læreren helt fra begynnelsen. Denne nødvendigheten fører Sabra (2016) til å introdusere begrepet *metodologisk kontrakt*

² I (Gueudet et Trouche 2012, s. 27) foreslo vi bare de fire første prinsippene. Vi legger her til en femte, som gradvis dukket opp fra studiene utviklet innenfor DTD.

som knytter en lærer og forsker sammen etter hens dokumenteringsarbeid.

Basert på disse prinsippene ble utvalgte strategier og verktøy for datainnsamling designet, tilpasset til de ulike sammenhengene og forskningsspørsmålene. For eksempel er *den skjematisk representasjonen av læreres ressursystem* (SRRS, se figur 3) et verktøy som tilsynelatende er fruktbart. Læreren blir bedt om å tegne et kart over ressursene sine, og således vise fram ressursene hen hadde identifisert og behersket, fra hvilke kilder disse kom og til hvilket formål de ble brukt (f.eks. Pepin, Xu, Trouche & Wang, 2016).



Figur 3. En lærers SRRS (Gueudet, Pepin & Trouche 2012, s. 314 & 318)

Siden begynnelsen av DTD har dette verktøyet blitt utviklet i flere retninger:

- Hammoud (2012) som forsker innenfor kjemididaktikk, foreslo en tilnærming for å analysere SRRS som tankekart. Hun brukte også SRRS for å be lærere beskrive deres samhandling med kolleger, eller innen forskjellige kollektiv.
- Rocha (2018) omdøpte SRRS til "Reflekterende kartlegging av lærerressurssystemet" (RKRS), av to grunner. For det første for å understreke viktigheten av refleksjon og for det andre for å beskrive (med "kartlegging") en prosess med progressiv utforskning av et ukjent område (for forskeren, men til en viss grad også for læreren selv). I forskningen sin ba hun en lærer om å tegne slike RKRSer på forskjellige tidspunkt, for å undersøke i hvilken grad særskilte undervisningssekvenser og reformer (knyttet til bestemte ressurser) resulterer i en "ny" RKRS. I tillegg, etter det femte prinsippet (se over), konfronterte hun læreren med en gitt RKRS laget av læreren, og utviklet det hun kalte "Utledet kartlegging av læreres ressursystem" (UKRS) laget av forskeren selv.

Utover dette spesifikke verktøyet har det skjedd nye metodologiske utviklinger av den reflekterende undersøkelsen, for, så langt det er mulig, å få tilgang til det "egentlige" lærerdokumenteringsarbeidet når det skjer. Det vil si å observere en lærer i løpet av interaksjoner med ressurser, ikke bare i offentlige episoder (f.eks. i klasserom), men også under mer "intime" episoder, f.eks. når hen skal forberede en progresjon for året eller forberede en undervisningsøkt eller revidere den. Det er utført en videoinnspilt

oppfølging av disse påfølgende episodene (Bellemain & Trouche, 2016), noe som gir tilgang til gester og uttrykk fra en lærer i løpet av dokumenteringsarbeidet hans (slik at man for eksempel kan utlede elementer av læreres skjemaer). Denne typen oppfølging medfører noen vanskeligheter, blant dem de følgende:

- Under hvilke "naturlige" forhold kan en lærer jobbe alene med ressurser, og samtidig beskrive begrunnelsen for aktivitetene? Wang (2018) introduserer begrepet lærerens *dokumenteringskollega*, noe som betyr at en lærer regelmessig deler dokumenteringsarbeidet med en kollega (dokumenteringskollegaen). Oppfølgingen av lærerparet som samarbeidet, ga tilgang til deres gjensidige forklaringer, og til aspekter ved lærernes kunnskap som styrte dokumenteringsarbeidet deres (Trouche et al., 2019).
- Hvordan er det mulig å lagre (for analyseformål) det heterogene og tallrike datamaterialet som resulterer av oppfølging av lærernes dokumenteringsarbeid? Denne problemstillingen tas opp i rammen av AnA.doc-prosjektet (Alturkmani et al., 2019), rundt utviklingen av en plattformprototyp. Denne gjør det mulig å lagre videoer og også ressurser som griper inn i eller produseres av lærernes dokumenteringsarbeid, for påfølgende analyse og deling av både dataene og analysene deres i et forskermiljø.

Å analysere lærernes dokumenteringsarbeid er en kompleks prosess. De fem prinsippene i den reflekterende undersøkelsesmetodologien gir noen retningslinjer for metodologiske valg. Forskere som bruker disse prinsippene må ta begrunnede valg for å begrense overfloden av data. Det vil si valg av kritiske momenter for lærernes dokumenteringsarbeid (se forestillingen om *dokumenteringshendelser*, Sabra, 2016) eller kritiske ressurser for lærerens ressurssystemer (se forestillingen om *pivotal ressurs*, Gueudet, 2017). Dette arbeidet pågår og de metodologiske og konseptuelle problemstillingene må henge sterkere sammen.

6. Perspektiver for videre utvikling

Dokumenteringstilnærmingen til didaktikk er et relativt nytt teoretisk rammeverk i matematikdidaktikk. Mens begrepene som presenteres i avsnitt 2 og 3 (ressurser, dokumenter, dokumentell skapelse) nå er godt etablert, er mer utdypede begreper som "ressurssystemer" og "dokumentsystemer" fortsatt i utvikling. Når det for eksempel gjelder matematikklærere på ungdomsskolen, kan det være mulig å observere forskjellige typer av struktur i dokumentsystemene deres som kan knyttes til spesifikke profesjonelle egenskaper hos disse lærerne? Deler noen grupper lærere (spesielt praksisfellesskap) kollektive dokumentsystemer (f.eks. Pepin & Gueudet, 2020)?

Bruksområdene for DTD har dessuten utviklet seg gjennom årene. Når det gjelder utdanningsnivåer varierer de nå fra barnehage (Besnier, 2019) til universitetsnivå (Gueudet, 2017; Kock & Pepin, 2018) og inkluderer også arbeid med lærerutdannes bruk av ressurser (Psycharis & Kalogeria, 2018). Når det gjelder forskjellige disipliner har dokumenteringstilnærmingen blitt brukt i eksperimentelle vitenskaper som fysikk og kjemi (Hammoud, 2012) og også i språkopplæring (Quéré, 2019). Hva er særtrekkene i lærernes dokumenteringsarbeid og dokumenteringssystemer i disse nye kontekstene?

Bruken av DTD i ulike sosiale og kulturelle kontekster (f.eks. Brasil, Kina, Libanon, Norge, Senegal) fører også til spørsmål om "kulturell farging" av lærernes arbeid med ressurser. Et eksempel er forskjellige navnesystemer³ som brukes av lærere i deres daglige dokumenteringsarbeid, et annet er oppfatningene og praksisene relatert til "lærerdessign", som varierer mellom kulturer (f.eks. Pepin, Artigue, Gitirana, Miyakawa, Ruthven & Xu, 2019). Dette mangfoldet er resultatet av historiske, sosiale og kulturelle kontekster der læreres arbeid foregår. Forskning som undersøker disse spørsmålene kan føre til en bedre forståelse av og et mer nyansert syn på hvordan lærernes samhandling med ressurser arter seg og også føre til en utdyping av DTD-relaterte begreper.

I en fersk studie er elevers arbeid med ressurser undersøkt (f.eks. Kock & Pepin, 2018). Andre studier (f.eks. Gueudet & Pepin, 2018; Trouche, Gitirana, Miyakawa, Pepin & Wang, 2019) har antydnet mulige koblinger til andre teorier. Teorien om didaktiske situasjoner (Brousseau, 1998) introduserer for eksempel *miljøbegrepet* som inkluderer alle objektene den enkelte elev samhandler med i en matematisk situasjon.

³ Navnesystemer er strukturer lærere bruker for å navngi ressursene de bruker. Disse systemene kan være sosialt eller kulturelt inspirert. Se f. eks. Wang, Salinas og Trouche (2019).

Disse objektene kan betraktes som ressurser. Hva er konsekvensene av slike teoretiske koblinger?

Når utvalget undervisnings- og læringsfenomener som studeres med denne tilnærmingen øker, utvikles også begrepene og metodene. Dette er tydelig i en rekke publikasjoner og spesialiserte konferanser som bruker/handler om DTD (f.eks. Re(s)sources 2018 International Conference, se Gitirana et al., 2018 og Trouche, Gueudet & Pepin, 2019). Slike arrangementer og publikasjoner tyder også på at det er "manglende ressurser" som skal utvikles (Trouche, 2019). Disse studiene og aktivitetene utgjør milepæler i den pågående utviklingen av et levende teoretisk rammeverk.

Referanser

Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224.

Alturkmani, M., Daubias, P., Loisy, C., Messaoui, A., & Trouche, L. (2019). Instrumenter les recherches sur le travail enseignant : le projet AnA.doc. *Education & didactique*, 13(2), 31-60.

Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, 30(3), s. 14–17, 20–22, 43–46.

Bellemain, F., & Trouche, L. (2016). *Comprendre le travail des professeurs avec les ressources de leur enseignement, un questionnaire didactique et informatique*, conférence invitée au premier symposium latino-américain de didactique des mathématiques, Bonito, Brazil, 3 novembre, <https://drive.google.com/file/d/0B6OphkgfrkD3ZFRtTDJ2anRfSWM/view>

Besnier, S. (2019). Travail documentaire des professeurs et ressources technologiques : le cas de l'enseignement du nombre à l'école maternelle. *Education & Didactique*, 13(2), 119-153.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Brown, M. W. (2009). The teacher-tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann & G. M. Lloyd (Red.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (s. 17–36). New York: Routledge.

Chevallard, Y. (1994). Les processus de transposition didactique et leur théorisation. I G. Arzac, Y. Chevallard, J.-L. Martinand, & A. Tiberghien (Red.), *La transposition didactique à l'épreuve*. (s. 135-180). Grenoble : La Pensée sauvage.

Cooney, T. J. (1999). Conceptualizing teachers' ways of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 163–187.

Gitirana, V., Miyakawa, T., Rafalska, M., Soury-Lavergne, S., & Trouche, L. (Red.) (2018). *Proceedings of the Re(s)sources 2018 international conference*. ENS de Lyon, hentet fra <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01764563>

Gueudet, G. (2017). University Teachers' Resources Systems and Documents. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3(1), 198-224.

Gueudet, G. (2019). Studying Teachers' Documentation Work: Emergence of a Theoretical Approach. I L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Red.), *The 'resource' approach to Mathematics Education*. Springer series Advances in Mathematics Education (s. 447-489). Cham: Springer – Dette kapittelet stammer fra en forelesning holdt på *Re(s)source 2018 International Conference*. Video på engelsk, med franske undertekster, hentet fra http://video.ens-lyon.fr/ife/2018/2018-05-28_003_Ressources2018_Ghislaine_Gueudet_v1.fra.mp4 -

Gueudet, G., & Pepin, B. (2018). Didactic contract at university: a focus on resources and their use. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education* 4(1), 56-73.

Gueudet, G., Pepin, B., & Trouche, L. (Red.) (2012). *From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development*. New York: Springer.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 199-218.

Gueudet, G., & Trouche, L. (2012). Teachers' work with resources: documentation geneses and professional geneses. I G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Red.), *From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development*, 23-41, NY: Springer.

- Guin, D., Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Guin, D., Ruthven, K., & Trouche, L. (Red.) (2005). *The didactical challenge of symbolic calculators: turning a computational device into a mathematical instrument*. New York: Springer.
- Hammoud, R. (2012). Le travail collectif des professeurs en chimie comme levier pour la mise en œuvre de démarches d'investigation et le développement des connaissances professionnelles. Contribution au développement de l'approche documentaire du didactique. Ph.D. Lyon 1 University. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00762964>
- Kock, Z.-J., & Pepin, B. (2018). Student use of resources in Calculus and Linear Algebra. I V. Durand-Guerrier, R. Hochmut, S. Goodchild, & N.-M. Hogstad (Red.) *Proceedings of INDRUM 2018*, (s.336-345). University of Agder, Norway and INDRUM.
- Pepin, B., Artigue, M., Gitirana, M., Miyakawa, T., Ruthven, K., & Xu, B. (2019). Mathematics teachers as curriculum designers: an international perspective to develop a deeper understanding of the concept. I L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Red.). *The resources approach to mathematics education* (s. 121-144). Cham: Springer.
- Pepin, B., Choppin, J., Ruthven, K., & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM Mathematics Education*, 49(5), 645- 661.
- Pepin, B., & Gueudet, G. (2018) Curriculum resources and textbooks in mathematics education. I Lerman, S. (ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer.
- Pepin, B., & Gueudet, G. (2020). Studying Teacher Collaboration with the Documentational Approach: From Shared Resource to Common Schemes? I H. Borko & D. Potari (Red.). *ICMI study 25 Proceedings. Teachers of Mathematics Working and Learning in Collaborative Groups*. Lisbon, Portugal
- Pepin, B., Gueudet, G. & Trouche, L. (2013). Re-sourcing teachers' work and interactions: a collective perspective on resources, their use and transformations. *ZDM Mathematics Education*. 45(7), 929-944.
- Pepin, B., Gueudet, G., & Trouche, L. (2017). Refining teacher design capacity: Mathematics teachers' interactions with digital curriculum resources, *ZDM Mathematics Education*, 49(5), 799-812, <http://rdu.be/tmXb>
- Poisard, C., Bueno-Ravel, L., & Gueudet, G. (2011). Comprendre l'intégration de ressources technologiques en mathématiques par des professeurs des écoles. *Recherches en didactique des mathématiques*. 31(2), 151-189.
- Psycharis, G., & Kalogeria, E. (2018). Studying the process of becoming a teacher educator in technology-enhanced mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(6), 631-660. <https://doi.org/10.1007/s10857-017-9371-5>
- Quéré, N. (2019). Les effets du travail de conception collaboratif entre enseignant.e.s et chercheur.e.s : une étude de cas en anglais. *Recherches en Education*, 38, 32-46.
- Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211–246.
- Rocha, K.D.M. (2018). Uses of Online Resources and Documentational Trajectories: the Case of Sésamath. I L. Fan, L. Trouche, S. Rezat, C. Qi, & J. Visnovska (Red.), *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and issues* (s. 235-258). Springer.
- Sabra, H. (2016). L'étude des rapports entre documentations individuelle et collective : incidents, connaissances et ressources mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36(1), 49-95.
- Salaün, J.-M. (2012). *Vu, lu, su. Les architectes de l'information face à l'oligopole du Web*. Paris : La Découverte.
- Trouche, L. (2016). Didactics of Mathematics: Concepts, Roots, Interactions and Dynamics from France. I J. Monaghan, L. Trouche, & J.M. Borwein, *Tools and mathematics, instruments for learning* (s. 219-256). New York: Springer.
- Trouche, L. (2019). Evidencing missing resources of the documentational approach to didactics. Towards ten programs of research / development for enriching this approach. I L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Red.), *The 'resource' approach to Mathematics Education*. Springer series Advances in Mathematics Education (s. 447-489). Cham: Springer – Dette kapittele stammer fra en forelesning holdt på

Re(s)source 2018 International Conference. Video på engelsk, med franske undertekster, hentet fra http://video.ens-lyon.fr/ife/2018/2018-05-30_009_Ressources2018_Luc_Trouche_v1.mp4

Trouche, L., Gitirana, V., Miyakawa, T., Pepin, B., & Wang, C. (2019). Studying mathematics teachers' interactions with curriculum materials through different lenses: towards a deeper understanding of the processes at stake. *International Journal of Educational Research* 93, 53-67, hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.09.002>

Trouche, L., Gueudet, G., & Pepin, B. (Red.) (2019). *The resource approach to mathematics education*. New York: Springer.

Vergnaud, G. (1998). Toward a cognitive theory of practice. I A. Sierpiska, & J. Kilpatrick (Red.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (s. 227–241). Dordrecht: Kluwer.

Vérillon P. & Rabardel P. (1995) Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrument activity, *European Journal of Psychology of Education*, 9(3), 77-101.

Vygotsky, L. S. (1978). *Thought and language*. Cambridge: MIT Press (Opprinnelig publisert i 1934).

Wang, C. (2018). Mathematics teachers' expertise in resources work and its development in collectives. A French and a Chinese Cases. I Fan, L., Trouche, L., Rezat, S., Qi, C., & Visnovska, J. (Red.), *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources: Advances and issues* (s. 193-213). Springer.

Wang, C., Salinas, U., & Trouche, L. (2019). From teachers' naming systems of resources to teachers' resource systems: Contrasting a Chinese and a Mexican case. I U. T. Jankvist, M. van den Heuvel-Panhuizen, & M. Veldhuis (Red.), *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 4356-4363). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME.

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