

## KIS-777 – Notennoù a-zivout meizad an anvevenn savet evit ur studier war ar Brederouriezh

(YBAN – 27 10 02)

En derou ne veze ket digemmet (pe a-vec'h) meizad an anvevenn diouzh hini an ankevonn, ma n'eo ket diouzh hini an andespizet<sup>1</sup>. A-hed savidigezh ar riñverezh boc'hedel edo an anvevenn e penn kont ha n'eo nemet er feur m' o deus ar jedoniourion emzieubet diouzh ar meizad prederouriel strizh m' o deus gallet diazezañ o diskiblezh war ur sol solutoc'h ha gant brasoc'h rikted. Kement-se lavaret, ne c'haller ket diazezañ ar Jedoniezh warni he unan ha... taolit an anvevenn dre an nor e tistro dre ar prenestr. N'eo ket al lec'h amañ da gomz a-zivout labourioù GÖDEL, rak re hir e ve. Koulskoude, menegomp e zelakadenn an anklotted.

*“Eskoridigezh an teskadoù o vezañ roet lañs da errizh un damkaniezh unelaus, ar « reizhiadoù bras a aksiomennoù » zo bet dreist holl re damkaniezh an teskadoù. Hogen, en un doare iskis a-walc'h, diouzh un tu hevelep azgweladur rekis war gement a oa ampleg pe amduek e-barzh pleustr ar jedoniourion a c'hoarveze a zioueriñ nep amoug « a youl vat » a-berzh an dehebadourion hag e se a c'hounit o asant ; diouzh an tu all, gant imbroudadur an teskadoù — a c'halled gortoz diganto e rofent diazez d'« an holl jedoniezhoù » — e tirollas nerzhoù kuzh ha spontus, an diac'hinadoù. Ret e voe neuze terkañ reizhiadoù aksiomennoù direndael, hag evit se diazezañ ivez ar boelloniezh a zo engwerc'het en argerzhioù dezren arveret ent diemouez ; kement-se holl a raklakae dreist pep tra ezvevennadur ar yezh voutin, arbenn kudennoù a bep seurt, ha direadur ar Jedoniezh d'ur reizhiad arouezioù kuit a bep forc'hellegezh hag araezus da zezren ent emgefrek delakadennoù diwar un teskad aksiomennoù ha reolennoù dezren festet ur wech da vat.*

*“Ar poelloniour Kurt Gödel (1906-1978) a roas taol ar marv d'an argeziadoù-se a jedoniezh « furmelour ». E zelakadenn vrudet a ziskouez e c'haller sevel en un hevelep damkaniezh — a c'hellfe bezañ an Niveroniezh da skouer – ur « reollun » a vo dic'hallus prouiñ ar wirmed pe*

---

<sup>1</sup> Sl. KIS-704 – Gl. **limite**, **fini**, **infini**, **indéfini**, La-14, pp. 76-84.

ar faosted anezhañ, oc'h amparañ en doare-se un erganad anskardus, pezh a brou anklotted an damkaniezh, eleze an divarrek m'emañ da skarat war staelad an holl erganadoù a c'hell dedeurel, ha se forzh pe niver bennak e ve an aksiomennoù lakaet d'an damkaniezh en derou. Met ouzhpenn se, mard eo an damkaniezh-se, evel gortozet, angourzhebek, e tlefed gallout dienaar e rank un erganad dezreet anezhi hervez ar reolennoù bezañ gwir, ha kement-se dres ne c'haller ket. Daoust ma c'haller, dre eurvad, savelañ angourzhebiezh an Niveroniezh – pe nep damkaniezh he endalc'h – eus an diavaez, ne c'hell ket bezañ dezreet eus an diabarzh” (Stella BARUK, *Dictionnaire de mathématiques élémentaires*, Seuil, 1992, pp. 145-146).

E berr : en ur reizhiad furmel evel an Niveroniezh, n'eo ket gallus dienaar he angourzhebiezh dre hentenoù furmeladus. Pezh a dalvez ez eus en damkaniezh-se erganadoù anskardus, eleze na c'haller ket lavarout ha gwir pe faos ez int. Diazezet eo an erganadoù-se war ziac'hinad ar gaouiad.

Adalek ar penn kentañ (ARISTOTELES) ez eus kel a anvevenn galloudel hag a anvevenn gweredel. Ar c'hrefen e kaoz a vez re an didorr hag an arskarek. Ha kement-se a-zave d'ar Fizik, ma 'z eus anv ivez a gendalc'hegezh (kendalc'heg egoramzerel), a drabras hag a drabihan.

Ur gudennig amañ : penaos kendecheeriañ Gl. *continu*, *continuité* ; Sz. *continuous*, *continuity* ; Al. *stetig*, *Stetigkeit* ? E gwir ez eus daou geal e kont amañ : hini luniad un teskad ha hini perzh ur gevreizhenn. Ha liz da Bertrand RUSSELL : “Ar c'healioù a harz hag a *continuité*, emamp o paouez despizañ, ne zleont ket bezañ kemmesket gant ar c'healioù a harz ur gevreizhenn e-kichen un arguzenn roet, pe a gendalc'hegezh ur gevreizhenn en amezegiezh an kez arguzenn. Ar c'healioù dreist-pouezus-se zo disheñvel diouzh ar re emamp o paouez spisaat ; hogen deverañ a reont diouto ha kalz kempleshoc'h ez int.<sup>1</sup>” Merzhomp e kennot an Al. *stet(ig)* ar "peurzalc'hus", an "arstalek", ar "fest", ar "padus", ar "reoliek", tra ma ra dave ar Sz. *continuous*, Gl. *continu* d'al Lat. *contenere*, *continere*, e unan diwar ar Gr. *sunevcw* "derc'hel a-gevret". A se ar Kb. *cynnhaliaf*, *cynnal* hag ar Br. *kendalc'h*. Hogen bez' ez eus ivez *didorr*, Kb. *didor* “difwlch (o ran gofod neu amser), di-baid, di-feth, cyson, parhaus, parhaol, diddiwedd ; heb doriad ynddo, cyfan” (GPC), a ra dave da luniad teskad an niveroù gwerc'hel : al loezioù a zo etre an niveroù kemezel (teskad eriñvadus) o vezañ leuniet gant an niveroù

<sup>1</sup> Bertrand RUSSELL, *Introduction à la philosophie mathématique*, Payot, Paris, 1970, p. 129.

ankemezel, an disoc'h o vezañ un teskad hep loez, na boulc'h, na troc'h, na torr ebet. Kement ha ken bihan ma c'haller ober gant Br. *kendalc'heg* pe *didorr* da gevatal a-dal d'ar Gl. *(le) continu* ha d'ar Sz. *continuum*.

“Ar c'healiou jedoniel hag alvezoniel zo dezho ur forc'hellegezh vonel : ha devezout a reer ur werc'henn dindan an anv « anvevenn », pe hag an anv eo a roer da arver ur stroll bennak a arouezioù ha kudennoù ? Ar brederouriezh, o skarat peurvuiñ e gounid un ergeñverenn evit ar meizad, zo engwezhiet en un hent relijiel a-gentouez : dre ret e oa ur meizad a-zave d'ur werc'henn na c'halle ket derc'hennañ, degouezh espar e kerentiezh gant hini an doueelezh, evit ur brederouriezh a 'n derc'hennañ — DESCARTES en deus eñ lavaret ervat.<sup>1</sup>”

Ar c'hudennadur a ve neuze hemañ : diskouez penaos ez eo ereet Prederouriezh (ha Trabedoniezh zoken : ar c'hoant hag an iziunad d'an anvevenn) ha Jedoniezh, penaos e tiereont, ez adereont en un daelerezh... anvevenn ! An damkaniezhou jedoniel o deus un diazez emren, dizave koulz lavaret, an ergorennoù jedoniel zo dezho ur meni gwerc'helezh “lednaturel” : en ul lankad kentañ e tisoc'hont eus ur goubarañ kewer, ha goude en un eil lankad ez eont pelloc'h eget ar meizadurioù eus an alvez (ar mentoniezhou aneuklidel, an egoroù liesseurt, h.a.), o pourchas a-wechoù un diaz jedoniel – evel dre vurzud – da zamkaniezhou alvezoniel nevez... Ha kement-se dibenndermen ! Evit adober an hent e ve dav loc'hañ neuze eus Hellazis, ARISTOTELES, ARKIMEDES, PARMENIDES (hag ar re all holl...), tremen dre an amzervezh etreat (Krennamzer, Azginivelezh, marevezh rakvodern) ha disoc'hañ gant ar meizadurioù a vremañ. Hep ankouaat, anat eo, an “troc'hoù gouiziadoniel”, an didorroù hag an dastorroù er skiantoù (er Fizik pergen), ar c'hemmoù kestraladoù hag an eilpennadurioù diarsell... Hag a-benn ar fin difourkañ war ar c'hudennadurioù bremañ, damkaniezhou ar Big Bang hag ar gin, ar Big Crunch, an trabras (hag ivez an trazomm, an entropiezh, ar reustl), ar Fizik pementadel hag an trabihan... O kounañ emañ a-dreñv ar goulenn-mañ : petra eo un dra ?

---

<sup>1</sup> « Les notions mathématiques et physiques ont en commun une ambiguïté essentielle : pense-t-on une réalité sous le nom d'« infini », ou bien s'agit-il du nom qu'on donne à l'usage d'un certain groupe de symboles et de problèmes ? La Philosophie, en tranchant généralement en faveur d'un référent pour le concept, s'est engagée dans un chemin a priori religieux : il s'agissait en effet forcément d'un concept référé à une réalité qu'il ne pouvait pas représenter, cas singulier, apparenté à celui de la divinité, pour une philosophie de la représentation — Descartes a bien su le dire » (Pierre RAYMOND, *La Philosophie dans tous ses états, de Platon à Hegel*, in *Philosophie et calcul de l'infini*, François Maspéro, 1976, p. 14).

Ha war se e faltaziomp senariooù digredadus : un anvevennad a Big Bang-où heuliet gant un anvevennad a Big Crunch-où, un hollved anvevenn, brevel, ur meni spoum a Vedoù liesment... E berr, anvevenn eo holc'h ar “wirionez”. Tud 'zo a lavar ez eo kehelc'hat an holc'h ha tamm ha tamm e vo gouezet muioc'h, an diforc'h etre an anaoudegezhioù hag ar werc'helezh o vont war goazhañ mui ouzh mui. Kement-se zo reiñ ur staelad kennerzhus d'an amzer anvevenn : ez eer war-du an araokaat... Reoù all a soñj ez eo aner seurt holc'h : an damkaniezhoù ned int nemet savadurioù an dud hag an en-un eus an “traoù” a ziflipo diouzhimp atav. En Henved zoken (en Hellaz) ne oa ket an holl a-du gant ARISTOTELES. Lod a ijine ur bed anvevenn e gwered (Pitagoriz, PLATON, ANAKSAGORAS, DEMOKRITOS hag an atomourion), lod all a zifenne difiñved hag unelezh ar Boud anrannadus (PARMENIDES)... Meizañ a reer ervat perak eo bet doazhadur ARISTOTELES atoret gant an Iliz : Doue eo an anvevenn e gwered, frammet eo ar bed a-urzhaz hag er c'hreiz emañ ar galloud. Pep tra a arc'hwel fiskal. Ar re n'emaint ket a-du a losker (Giordano BRUNO), pe a lakaer da emzinac'h (GALILEO). Kregiñ a ra ar savadur da frailhañ avat, dre berzh an anadurezhioù : gant al lunedenn steredoniel e weler luniad ergorel an alvez, petra bennak m' he deus an Iliz dalc'het da zifenn e-pad pell amzer e oa pezh a weled devoudet gant gouskoevadoù al lunedenn he unan !

A-benn ar fin e tegouezher d'ur blegenn ma teu ul lamm da vezañ anhepkoradus. Al lamm-se, daoust ha displegadus eo dre ur berniadur lammoùigoù, dre un heuliad kammedoù bihan ? E gerioù all : hag eñ zo ur gendalc'hegezh eus an anaoudegezhioù, eus an damkaniezhoù hag ar skiantoù ? Hag eñ zo un ere arbenn-gwered, hag eñ zo *un* displegadur eus ar bedouriezhoù nevez ? Ur savlec'h diaes da zifenn eo. Pe neuze e c'haller komz a droc'h gouiziadoniel en 18<sup>t</sup> kantved ? Er mare-se end-eeun e tifloup ar riñverezh, ar riñverezh boc'hedel pergen, a zeu da denañ an anvevenn er-maez eus mogidelloù an drabedouriezh. Da neuze e kroger da ziorren an Dezrann (e ster ar Jedoniezh) gant ar c'healioù a harz, a orgemmañ, a ziarroudañ, a gendalc'hegezh, h.a., ma kevaraez arouezioù ar riñvañ rikted ar poellata. Nep lisead en deus bet tro d'ober gant an arouezioù  $+ \infty$  pe  $- \infty$  pe da savelañ harzoù kevreizhennoù, heuliadoù...

*UN NEBEUD GERIOU WAR AN DIVOUD*

### AN ANVEVENN ERIÑVADUS

Teskad ar c'hevanion naturel zo anvevenn, pa c'haller ouzhpennañ atav un unanenn. Mar kemerer an *holl* elfennoù eus an teskad-se a-gevret e c'hounezer an niver priñvel trabevenn kentañ (CANTOR) anvet  $\aleph_0$  (alef mann). An niver-se zo neuze priñvel (niver an elfennoù) teskad  $\aleph$  an naturelion, eleze goulud an eriñvadus. O vezañ ma 'z eus ur c'hesaezhadur (ur c'henglot elfenn hag elfenn) etre teskad ar c'hevanion ha hini ar c'hevanion hebar ez eo eriñvadus an teskad-se ivez. A du 'rall, ar c'hesaezhadur etre un teskad hag unan eus e barzhioù zo un naouuster eus un teskad anvevenn. Un tammig diaesoc'h eo diskouez ez eus ur c'hesaezhadur etre teskad ar rannoù ha hini an naturelion, pe e gerioù all e c'haller reiñ un niverenn d'an holl rannoù. Da gentañ, savomp ur rezi evit skrivañ ennañ an holl rannoù :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	...
2	1/2	2/2	3/2	4/2	5/2					
3	1/3	2/3	3/3	4/3						
4	1/4	2/4	3/4	4/4						
5	...	...	...	...						

Goude en o niverenner evel henn :

Kentañ : 1/1 ; eil : 1/2 ; trede : 2/1 ; pevare : 1/3 ; pempvet : 2/2 ; c'hwec'hvet : 3/1 ; seizhvet : 1/4 ; eizhvet : 2/3 ; navvet : 3/2 ; dekvet : 4/1 ; ... Eeun eo, savet hon eus un treol evit niverenniñ an holl rannoù a c'haller da sevel : sammad an niverer hag an anver zo lerc'h ouzh lerc'h 2, 3, 4, 5, ... E se e vo ar rann gentañ 1/1, an eil a vo enta ar rann a zo sammad an niverer hag an anver par da 3 gant ar bihanañ niverer : 1/2. Goude e kresker an niverer eus un unanenn en ur zigreskiñ an anver eus kement all : an trede rann a vo neuze 2/1. Goude se e tremener d'ar sammad niverer + anver par da 4. Ar pevare rann a vo enta : 1/3. O kreskiñ an niverer eus un unanenn hag o tigrskiñ an anver eus un unanenn e c'hounezer ar pempvet rann : 2/2 ha heñvel dra evit ar c'hwec'hvet : 3/1. Hag evel-se dibenndermen. E se ez eo eriñvadus teskad ar c'hemezelion. Ouzhpennomp c'hoazh ez eo eriñvadus ivez teskad an niveroù gwerc'hel aljebrel, ar re a zo gwriziennoù ar polinomoù anvannel.

### AN ANVEVENN ANERIN̄VADUS : GOULUD AN DIDORR

Goulakaomp ez eo erin̄vadus an holl niveroù gavaelet etre 0 hag 1.  
 O skrivañ a c'haller evel henn : 0,1204589... pe 0,00010004... pe c'hoazh :  
 0,111110011... Lavaromp neuze  $0abcdefg\dots$ , al lizherennoù bihan oc'h arouezin̄  
 sifrennoù etre 0 ha 9. Mar galler niverenniñ an holl niveroù gwerc'hel etre 0 hag 1,  
 eleze mard int erin̄vadus, e c'haller o renkañ en ur rezi savet en doare-mañ :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
1ñ	$a_1^1$	$a_1^2$	$a_1^3$	$a_1^4$	$a_1^5$	$a_1^6$	...			
2l	$a_2^1$	$a_2^2$	$a_2^3$	$a_2^4$	...	...				
3e	$a_3^1$	$a_3^2$	$a_3^3$	$a_3^4$	...					...
4e	$a_4^1$	$a_4^2$	$a_4^3$	$a_4^4$	...					
5et	$a_5^1$	...	...	$a_5^4$	$a_5^5$	...				
...				...				...		...

ma'z eo pep  $a_i^j$  sifrennoù eus 0 da 9. An niveroù gwerc'hel etre 0 hag 1 a niverenner  
 er bann kentañ. Kemeromp bremañ an holl sifrennoù a zo war dreuzvegenn :

$$a_1^1 a_2^2 a_3^3 \dots a_i^i \dots$$

hag erlec'hiomp bremañ ouzh pep sifrenn he c'hlokaenn da 9. E teu neuze :  
 $0, b_1 b_2 b_3 \dots b_i \dots$ , niver en defe ul lec'h e roll an niveroù niverennet-se. Hogen ned eo  
 ket par d'an hini kentañ o vezañ ma 'z eo anpar o dekrannenn gentañ, ned eo ket par  
 ivez d'an eil o vezañ ma 'z eo anpar

o eil dekrannenn, ..., ned eo ket par d'an  $i$ -vet o vezañ ma'z eo anpar

o  $i$ -vet dekrannenn, h.a. Neuze ned eo par da hini ebet eus niveroù ar

roll ha padal hor boa goulakaet e oant niverennet holl ! Pezh a dalvez

ez eo faos ar c'houlakadenn ha neuze an niveroù gwerc'hel n'int ket erin̄vadus. Goulud  
 teskad ar gwerc'helion zo brasoc'h eget hini an naturelion enta. A urzh vrasoc'h eo  
 anvevenn ar gwerc'helion. Dienaat a reer ez eo goulud ar gwerc'helion par da  $2^{\aleph_0}$ . An

hentenn emsivel-se a

reer "hentenn an dreuzvegenn" anezhi ha diorreet eo bet gant CANTOR, en deus diskouezet eo brasoc'h goulud teskad parzhioù un teskad eget an kez teskad e unan.

An didorr – kendalc'heg ar gwerc'helion – zo dezhañ ur goulud par da  $2^{\aleph_0}$  ha CANTOR a soñje e oa tu da lec'hiañ an anvevenn kendalc'hek diouzhtu war-lerc'h an anvevenn arskarek, hini an naturelion. Mard eo  $\aleph_0$  ar priñvel anvevenn kentañ (goulud an eriñvadás), mard eo  $\aleph_1$  ar priñvel da heul (eleze priñvel teskad an holl deskadoù eriñvadás), daoust ha gallout a reer lavarout ez eo priñvel teskad ar gwerc'helion – goulud an didorr – par da  $\aleph_1$  ? Goulakadenn ar c'hendalc'heg a zezgerier evel henn :  $2^{\aleph_0} = \aleph_1$ . A-c'houde ez eus bet prouet e c'haller darbenn pe andarbenn ar c'houlakadenn-se hag an div reizhiad zo ken kantalc'h an eil hag eben.

Da neuze ez eo anskaradus goulakadenn an didorr er reizhiadoù diazezet war aksiomennoù boas damkaniezh an teskadoù : ne vo morse gouezet e diabarzh ar reizhiadoù-se ha gwir pe faos eo ar c'houlakadenn. Diwezhatoc'h, daou zisoc'h a bouez a-zivout goulakadenn an didorr a voe dienaet. E 1938, Kurt GÖDEL a ziena kement-mañ : mard eo kantalc'h (angourzhebek) damkaniezh voas an teskadoù, neuze an kez damkaniezh klokaet gant an aksiomenn o tiferañ ez eo gwir (e ster ar Jedoniezh, eleze hep dave d'an alvezelezh) goulakadenn an didorr ned eo ket angourzhebek ivez. Neuze, dodañ goulakadenn an didorr da aksiomenn ned eo ket e tro da ziskar damkaniezh voas an teskadoù. E 1963, Paul COHEN a ziena kement-mañ : mard eo kantalc'h damkaniezh an teskadoù – ma ne c'haller ket dienaat war un dro gwirred ha faosted un erganad, mard eo angourzhebek enta –, neuze an kez damkaniezh klokaet gant an aksiomenn o tiferañ ez eo faos goulakadenn an didorr – eleze an erganad :  $2^{\aleph_0} \neq \aleph_1$  – zo kantalc'h hi ivez, eleze angourzhebek.

Seurt anskaradusted eus goulakadenn an didorr ned eo ket un diac'hinad : ned eo ket dislavarus an damkaniezh. Ne lavar netra kentoc'h. Hogen un diaezamant zo : ha dimp ni e piaou skarat war anien an niveroù gwerc'hel ? CANTOR ha GÖDEL a soñje int ivez e oa goulakadenn an didorr gwir pe faos, met disoc'hoù GÖDEL ha COHEN a lak e kaoz ster an anvevenn gweredel e Jedoniezh. Ned eo ket kloz enta argraf an anvevenn gant an anskaradusted-se. Ha gant seurt kudennoù e sav en-dro an ere etre gwerc'helezh alvezel ha gwerc'helezh jedoniel. Daou hent zo dirazomp. An hini kentañ zo lakaat e kaoz damkaniezh voas an teskadoù na mui na lei, hogen koustus kenan e ve

da savadur ar Jedoniezh ha betek henn ne hañval ket an darn vrasañ eus ar jedoniourion bezañ gwall chalet gant an kez anskaradusted, seul gent ma ne anad dislavar diabarzh ebet.

An eil hent a c'hoarvez a asantiñ da zamkaniezh voas an teskadoù, gant an anklokted anezhi avat. Aksiomennoù 'zo a vankfe ha labour ar jedoniourion a ve dres o c'havout. En damkaniezh nevez-se e ve dienadus goulakadenn an didorr. Aze emeur evit an ampoent. Ned on ket evit mont larkoc'h dre ziouer a anaoudegezhioù, ha lavarout a c'hallan hepken e hañval an imbours'hioù mont war-du savidigezh priñvelion bras ha hervez al lizheradur jedoniel a 'm eus bet tro da vraslenn e ve bet gounezet disoc'hoù endeo war an dachenn-se. Damkaniezh CANTOR a ve talvoudek neuze hag an anvevenn gweredel ne ve na diac'hinadek na divastus ent poelloniel. Amañ c'hoazh e ranker ober anv a “troc'h gouziadoniel”, pe da vihanañ a gemm diarsell ha meizadur. Hag un azlamm a ve d'an eilpennadur-se er meizañ evit a sell ar werc'helezh ken war dachenn ar skiant ha war dachenn ar brederouriezh ?

### HAG AR FIZIK ?

Meneget 'm eus an troc'h e gouziadoniezh an 18vet kantved. Da neuze o deus Jedoniezh ha Prederouriezh heuliet bep a hent. Ar jedoniourion o deus “emzieubet” o soñjal e c'hallent tremen hep meizadoù “mogidellek” ar Brederouriezh. Un touell ouzhpenn n'eo ken avat. Ne c'haller ket silzigennañ gwerc'helezh mab-den : hon gweladur kentizhek eus ar werc'helezh zo jedoniek a-gent, a gav din, e gerioù all emañ ar Jedoniezh o werc'hañ el lavar, en hon gweladur eus an traoù, er Brederouriezh ha tre betek pep trabedouriezh. Pennaennoù an arun, an andislavar, an trede ezlakaet, ... , evel goulunioù an arren, an urzh, h.a., zo amparus d'hon dreistbevañ er werc'helezh (NIETZSCHE) hag intret

omp ganto penn da benn. Ac'hanta ! Hag an anvevenn er Fizik ? Kentañ penn, ur forc'hellegezh : me lavar ar Fizik, eleze damkaniezhoù oc'h arverañ delvanoù jedoniel c'hoazh. Arverañ a reer an anvevenn er jediñ, dre berzh ar benveg jedoniel e unan. Hogen er werc'helezh, penaos emañ an traoù ? Hag eñ zo eus an anvevenn ? Pehini ? Lod a haer – ul lec'hienn voutin e oa – n'eus ket eus an anvevenn er werc'helezh. Sed ur frazenn diwar lenn :

*“An anvevenn, gweredel pe c'halloudel, n'eus ket anezhañ en natur. An den, soubet en natur-se, ne c'hell anaout nemet an natur-se hepken ha pezh he ampar. Ouzh ar vevenn e vo goulezet gantañ an anvevenn galloudel – ar falsanvevenn – anglevet evel arreadur dibenndermen eus un argerzh genel, poentoù war un eeunenn da skouer. Neoazh ne c'hallo*



*ket arvennout gavaelañ hollad gweredel ar poentoù-se*” (Javier de LORENZO MARTINEZ, in *Pour la Science*, décembre 2000, p. 29).

Haeradenn un tammig re c'hroñs hervezon. Evit Jean-Marc LEVY-LEBLOND<sup>1</sup> a ziorre un arguzeg ma tiskouez ez eus d'an anvevenn ul lec'h bennak er Fizik, ken er par gwezhiadel (ar jediñ) hag er par meizadel. Er Fizik e tifourk an anvevenn evel kudenn, da “ezvevennañ diouzhtu”. Hogen aze c'hoazh, an anvevenn-se a eskor eus an damkaniezh hag a anad er riñvadur. Neuze, un anvevenn evel hentenn, pe evel diskoulm en ur riñvadur, en un atalad eo c'hoazh. Evit an aozer-se ez eo staelad an anvevenn unan a eil renk a-benn ar fin : n'eus tamm gwerc'helezh dezhañ. LEVY-LEBLOND a echu e bennad gant ar gerioù-mañ :

*“C'hoari ar fizikour ned eo nemet ur c'hoari a-douez ur bern reoù all, hag ec'hon a-walc'h eo an anvevenn evit ma ne c'hronnfe ar Fizik pe ar Jedoniezh nemet un arvez bevennet anezhañ. Dre vras, n'hon eus ket pledet amañ gant an anvevenn, met gant denesadurioù 'zo hepken – fizikel ha jedoniell – eus an anvevenn. Nag ar fizikourion nag ar jedoniourion n'o deus ijinet an anvevenn ha ne c'hellont ket arvennout e biaouañ. Bez' ez eo eztaol un ezhomm koshoc'h eget nep skiant eus spered mab den, ur vodelzh donoc'h eus e vuhezadur. An doueoniezh, ar brederouriezh, ar varzhoniezh, ar sonerezh zo bet lakaet warno bec'h an darvenn-se. Re her e ve krediñ e spirfe ar skiantoù da atebiñ dezhañ hiziv [...]”* (p. 307).

En arroud-se ne ouzer ket a-benn ar fin pe vezadur zo d'an aozer. Ha gwerc'hel eo an anvevenn (“ec'hon a-walc'h”), hag ur mod gwezhiadel eo er Fizik hag er Jedoniezh, hag un ideologiezh eo, un eriunell, un iziunad eus spered mab-den, hag a urzh doueel eo ? Respont ebet... Hag unan a c'hell bezañ ?

E dibenn dezrann, eus un hollved kloz d'un hollved digor, ne ra ar c'hloz nemet mont war vrasaat o chom kloz warnañ e unan. E gwir ez eur tremenet eus ur vedouriezh a'm laka da soñjal er film daranverezh heverk-se er skinwel : eus ar gêriadenn e vrasa an diarsell, gwel eus karr nij, gwel eus an egor, h.a. Hogen ne reer nemet brasaat an du-mañ. Va c'hêriadenn, va c'horn bro, va bro, va c'hevandir, va flanedenn, va heol, va galaezh, h.a. Ha c'hoarvezet eo an digoradur evit gwir ? Ha devezout a reer an anvevenn evit

---

<sup>1</sup> Jean-Marc LEVY-LEBLOND, *La pierre de touche, la science à l'épreuve ...*, Folio, 1996, v° ar chabistr “Pratiques de l'infini”, pp. 286-307.

gwir ? Ha devezout a reer ervat lec'h an den en un hollved hep bevonn, hep moger ar bellenn diwezhañ ? Na pa ve moger ar 15 milmilion a vloavezhioù, hoali an hollved, ma ne c'haller gwelout netra en tu all dezhi ? Pe moger an trabihan ? Pe, marteze, ne spurmantomp nemet ur skleurig bihan, marteze emaomp en derou, e ragistor an denezh hepmuiken ?

*LEVRLENNADUR BERR*

Matthieu RICARD et TRINH XUAN THUAN, *L'infini dans la paume de la main*, Fayard, Paris, 2000.

Tony LEVY, *Figures de l'infini, les mathématiques au miroir des cultures*, Seuil, 1987.

A. DAHAN-DALMEDICO / J. PEIFFER, *Une histoire des mathématiques, Routes et dédales*, Éditions du Seuil, 1986.

*Penser les mathématiques*, Séminaire de philosophie et mathématiques de l'École normale supérieure (J. DIEUDONNE, M. LOI, R. THOM), Éditions du Seuil, 1982.

Bertrand RUSSELL, *Introduction à la philosophie mathématique*, Payot, Paris, 1970.

Ernest NAGEL / James R. NEWMAN / Kurt GÖDEL / Jean-Yves GIRARD, *Le théorème de Gödel*, Éditions du Seuil, 1989.

Jean-Marc LEVY-LEBLOND, *La pierre de touche, la science à l'épreuve...*, Folio essais, 1996.

Christian HOUZEL, Jean-Louis OVAERT, Pierre RAYMOND, Jean-Jacques SANSUC, *Philosophie et calcul de l'infini*, François Maspéro, Paris, 1976.

Stella BARUK, *Dictionnaire de mathématiques élémentaires*, Éditions du Seuil, 1982.

Richard MANKIEWICZ, *The Story of Mathematics*, Cassel & Co, London, 2000  
(tr. gl. *L'histoire des mathématiques*, Éditions du Seuil, 2001).

David BERLINSKI, *A Tour of the Calculus*, Pantheon Books, New York, 1995  
(tr. gl. *La vie rêvée des maths*, Saint-Simon, 2001).

“Les infinis”, in *Pour la Science*, décembre 2000, numéro spécial.