

# Science éternelle

Gianni Mocellin

<b>Introduction.....</b>	<b>20</b>
<b>Chronologie.....</b>	<b>21</b>
-10'000'000'000.....	21
-10'000'000'000 Vie.....	21
-10'000'000'000 Molécules.....	21
-6'000'000'000.....	21
-6'000'000'000 Membrane.....	21
-5'000'000'000.....	21
-5'000'000'000 ARN.....	21
-4'000'000'000.....	21
-4'000'000'000 Noyau.....	21
-3'000'000'000.....	21
-3'000'000'000 ADN.....	21
-2'000'000'000.....	21
-2'000'000'000 Symbiose.....	21
-1'000'000'000.....	22
-1'000'000'000 Collaboration.....	22
-10'000'000.....	22
-10'000'000 Outils.....	22
-5'000'000.....	22
-5'000'000 Humains.....	22
-5'000.000 Dernier ancêtre commun avec les singes.....	22
-3'000'000 Cerveau.....	22
-2'000'000 Langage.....	22
-1'000'000.....	22
-1'000'000 Outils articulés.....	22
-500'000.....	22
-500'000 Pierre éclatée (éolithique).....	22
-250'000 Pierre taillée (paléolithique).....	22
-100'000 Pierre polie (néolithique).....	23
-100'000.....	23
-75'000 Feu.....	23
-50'000 Economie.....	23
-30'000 Représentation (Grottes).....	23
-10'000.....	23
-7'000: Calcul (cailloux dans boules d'argile cuites).....	23
-6'000: Nombre (gravures sur boules d'argile cuites).....	23
-5'000.....	23
-5'000: Tablettes d'argile.....	23
-4'000.....	24
-4'000: Monnaie.....	24
-4'000: Papyrus (pictogrammes horizontaux).....	24
-3'500: Traduction.....	24
-3'000.....	24
-3'000: Bambou (pictogrammes verticaux).....	24
-2'750: Papier de soie.....	24
-2'500: Caractères mobiles en bois.....	24
-2'000.....	24

-2'000: Cerf volant.....	24
-2'000: Télescope.....	24
-2'000: Noeuds.....	24
-1'500: Alphabet.....	24
-1'400: Grammaire.....	24
-1391-1271 Moïse (מֹשֶׁה רַבֵּנוּ).....	24
<b>-1'000.....</b>	<b>24</b>
-1'000: Zéro .....	24
-750: Numération de position.....	24
<b>-700 .....</b>	<b>25</b>
-625-547 De Millet Thalès .....	25
-600: Théorème de Thales.....	25
-610-546 De Millet Anaximandre .....	25
<b>-600 .....</b>	<b>25</b>
-580-495 De Samos Pythagore .....	25
<b>Espace.....</b>	<b>25</b>
-500: Théorème de Pythagore.....	25
-549-477 Mahavira Vardhamana .....	26
-544-496 Tzu Sun .....	26
-475: "L'art de la guerre".....	26
-540-480 D'Ephèse Héraclite .....	26
<b>-500 .....</b>	<b>26</b>
-500-428 Anaxagoras .....	26
<b>Systeme.....</b>	<b>26</b>
-483-423 D'Agrigente Empedocle.....	27
-489-431 D'Elée Zénon .....	27
-484-425 Hérodote .....	27
-470-399 Socrate .....	27
-425: Logique des proposition .....	28
-400: Logique des prédicats du premier ordre .....	28
-460-377 Hippocrate .....	28
-460-370 D'Abdère Democrite .....	28
-435-347 De Tarente Archytas .....	28
<b>Espace.....</b>	<b>29</b>
-400: "Traité de mathématiques" .....	29
-400: "Traité de musique" .....	29
-430-354 Xénophon.....	29
-370: "Anabase" .....	29
-428-348 Platon .....	29
<b>Atome .....</b>	<b>29</b>
-370: Fondation de l'Académie (durée 800 ans).....	29
<b>Dynamique .....</b>	<b>30</b>
<b>Expérimentation.....</b>	<b>30</b>
-412-323 Diogène.....	30
<b>Automatique .....</b>	<b>30</b>
-408-365 De Cnide Eudoxe.....	30
<b>-400 .....</b>	<b>31</b>
-384-322 De Stagyre Aristote .....	31
<b>Causalité .....</b>	<b>31</b>
<b>Mathématiques .....</b>	<b>31</b>
- 330: "Les catégories" .....	31
<b>Univers.....</b>	<b>31</b>
- 335: Fondation du Lycée .....	32
<b>Débat .....</b>	<b>32</b>
-371-287 Théophraste .....	32
-370-300 De Cyzique Callipe .....	32

-342-270 Epicure.....	32
<b>Atome</b> .....	<b>32</b>
- 290: "Lettre à Hérodote" .....	33
-335-269 De Lampsacus Strato .....	33
<b>Existence du vide</b> .....	<b>33</b>
-325-265 Euclide .....	33
<b>Mathématiques</b> .....	<b>33</b>
- 300: "Les éléments" .....	33
-310-230 De Samos Aristarque .....	33
<b>-300</b> .....	<b>33</b>
-287-212 Archimède de Syracuse .....	33
<b>Mathématiques</b> .....	<b>33</b>
- 250: "De spirales" .....	34
<b>-200</b> .....	<b>34</b>
<b>-100</b> .....	<b>34</b>
-100 Chinois .....	34
<b>-100: Dericks en bambou pour gaz et sel</b> .....	<b>34</b>
-100-0 D'Alexandrie Héron.....	34
<b>-50: Régulateurs d'abreuvoirs</b> .....	<b>34</b>
<b>-40: Pantographe mécanique</b> .....	<b>34</b>
-99-55 Lucretius Titus.....	34
-60: "De rerum natura" .....	34
<b>Atome</b> .....	<b>34</b>
<b>Vide</b> .....	<b>35</b>
<b>Force</b> .....	<b>35</b>
<b>Infini</b> .....	<b>35</b>
<b>Univers</b> .....	<b>35</b>
-80-+15 Vitruvius Marcus Pollio.....	35
-64-+17 Lives Tites .....	36
0000: "Ad urbe condita" ("Au sujet de la fondation", Histoire de Rome) .....	36
-54-+39 Seneca Le Vieux.....	36
-4-+65 Seneca Le Jeune.....	36
<b>0</b> .....	<b>36</b>
0-50 D'Alexandrie Ktesibios.....	36
<b>40: Horloge à eau</b> .....	<b>36</b>
<b>100</b> .....	<b>36</b>
101-170 Ptolémée.....	36
150: "Mathematike syntaxis" ("Almagest", histoire).....	37
150: "Geographia" (géographie).....	37
150: "Tôn apotelesmatikôn" (astronomie) .....	37
150: "Harmonici" (musique).....	37
<b>Univers</b> .....	<b>37</b>
121-180 Aurelius Marcus .....	37
175: "Pensées pour moi-même".....	37
129-201 Galien .....	38
<b>200</b> .....	<b>38</b>
201-280 Diophante .....	38
220-265 Ma Jun.....	38
<b>250: Chariot pointant</b> .....	<b>38</b>
<b>300</b> .....	<b>38</b>
350-400 De Byzance Phylon.....	38
<b>375: Lampe à huile</b> .....	<b>38</b>
354-430 D'Hippone Augustin .....	38
400: "Les confessions".....	38

<b>400</b> .....	<b>39</b>
458-538 Damascius.....	39
499: "Peri arithmou kai topou kai chronou" .....	39
476-550 Aryabhatia .....	39
499: "Aryabhatia" .....	39
<b>499: Notation numérique positionnelle</b> .....	<b>39</b>
490-570 Philoponus Jean.....	39
<b>500</b> .....	<b>40</b>
<b>600</b> .....	<b>40</b>
<b>700</b> .....	<b>40</b>
780-850 Al Khwarizmi Musa.....	40
825: "Kitab al djabr wal muqabala" (Livre du djabr et du muqabala) .....	40
<b>800</b> .....	<b>40</b>
858-929 Al Battani.....	40
901: "Kittab al Zidj" ("Livre astronomique).....	40
<b>900</b> .....	<b>40</b>
980-1'037 Avicene Ibn Sina.....	40
990-1'051' Bi Sheng.....	41
<b>1'030: Caractères d'imprimerie mobiles en céramique</b> .....	<b>41</b>
<b>1'000</b> .....	<b>41</b>
1'029-1'087 Al Zarkali .....	41
<b>1'050: Astolabe améliorée</b> .....	<b>41</b>
<b>1'100</b> .....	<b>41</b>
1'136-1'206 Al Zajari Ismael .....	41
<b>1'190: Pompe à chaîne élévatrice alimentée par roue hydraulique</b> .....	<b>41</b>
<b>1'199: Pompe aspirante à piston à double action à clapet</b> .....	<b>41</b>
1'170-1'250 Fibonacci Leonardo .....	41
1'202: "Liber abaci" .....	41
1'220: "Practica geometriae" .....	41
1'175-1'253 Grosseteste Robert.....	41
1'202: "De sphaera" .....	41
1'205: "De luce" .....	42
1'195-1'275 De Maricourt Pierre .....	42
1'269: "Epistola de magnete" .....	42
<b>1'270: Compas magnétique numérique</b> .....	<b>42</b>
<b>1'200</b> .....	<b>42</b>
1'201-1'250 De Honnecourt Villard.....	42
1'200-1'280 Le Grand Albert .....	43
1'219-1'292 Bacon Roger .....	43
1'225-1'274 D'Aquin Thomas.....	43
1'265-1'321 Alighieri Dante .....	43
1'304-1'307: "L'enfer" .....	43
1'308-1'313: "Le purgatoire" .....	43
1'316-1'321: "Le paradis" .....	43
1'299-1'369 D'Autrécourt Nicolas.....	43
1'304-1'307: "L'enfer" .....	44
1'270-1'326 Dei Luzzi Mondino.....	44
<b>1'316: Dissection humaine</b> .....	<b>44</b>
1'316: "Anathomia" .....	44
1'290-1'365 De Mures Johannes .....	44
1'292-1'363 Buridan Jean.....	44
<b>1'350: Concept d'impetus</b> .....	<b>44</b>
<b>1'300</b> .....	<b>44</b>
1'304-1'374 Petrarca Francesco.....	44

1'356: "De vita solitaria" .....	44
1'313-1'375 Boccaccio Giovanni .....	44
1'348: "Le décameron" .....	44
1'316-1'390 De Saxe Albert .....	45
1'380: "Qaestiones logicales" .....	45
1'325-1'382 Oresme Nicole .....	45
1'250: "Algorismus proportionum" .....	45
1'275: "Tractatus de commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi" .....	45
1'340-1'410 Hadai ben Abraham Crescas (קרשקש חסדיאי) .....	45
1'400: "Or odonai" ("The light of the Lord") .....	45
1'350-1'500 Ingegneri senesi .....	45
<b>1'350: Homme volant avec des ailes</b> .....	<b>45</b>
<b>1'375: Homme avec parachute</b> .....	<b>45</b>
1'377-1'446 Brunelleschi Filippo .....	45
<b>1'440: Coupole sans échafaudage</b> .....	<b>46</b>
1'446-1'461: Basilique Santa Maria del Fiore .....	46
1'361: Fin de la lanterne de la basilique .....	46
1'472: Pose de la sphère en cuivre .....	46
1'380-1'444 Albo Joseph (יוסף אלבו) .....	46
1'425: "Sefer ha-Ikkarim" ("Book of Principles") .....	46
1'381-1'458 Di Iacopo Mariano (Taccola) .....	46
1'420: "De motori" .....	46
1'440: "De macchinae" .....	46
1'397-1'482 Toscanelli Paolo dal Pozzo .....	46
<b>1'400</b> .....	<b>46</b>
1'400-1'469 Di Pietro Averlino Antonio (Filarete) .....	46
1'464: "Libro architettonico" .....	46
1'400-1'468 Gutenberg Johannes .....	47
<b>1'448: Introduction des caractères mobiles alphabétiques</b> .....	<b>47</b>
1'451: "Grammaire latine" .....	47
1'452: "Bible" .....	47
1'404-1'472 Alberti Leon Battista .....	47
1'435: Approche bottom-up (inside-out) .....	47
1'435: "De pictura" .....	47
1'450: "De statua" .....	47
<b>1'450: Anémomètre à palettes verticales mobiles</b> .....	<b>47</b>
1'452: "De re edificatoria" (10 livres) .....	47
1'405-1'475 Valturio Roberto .....	47
1'472: "De re militari" .....	47
1'415-1'492 Di Benedetto Piero delle Francesca .....	47
1'450: "De perspectiva pingendi" .....	48
1'439-1'501 Di Giorgio Martini Francesco .....	48
1'478: "Trattato di architettura, ingegneria civile e arte militare" .....	48
1'439-1'513 Hua Sui .....	48
<b>1'490: Caractères d'imprimerie mobiles en bronze</b> .....	<b>48</b>
1'440-1'500 Benedetto da Firenze .....	48
1'463: "Trattato di pratica d'arismetica" .....	48
1'444-1'514 Bramante Donato .....	48
1'472: "De re militari" .....	48
1'445-1'517 Pacioli Luca .....	48
1'494: "Summa de arithmetica, geometria, proporzioni e proporzionalità", Venise .....	49
1'496: Arrivée à la Cour des Sforza à Milan .....	49
1'498: "Divina proportione" .....	49
1'450-1'500 Da Ferrara Giacomo Andrea .....	49
1'452-1'519 Da Vinci Leonardo .....	49
1'468-1'472: Apprentissage chez Verrochio (16-20 ans) .....	49
1'472: Pose de la sphère de cuivre de Santa Maria del Fiore (20 ans) .....	49
1'475: Chute des corps (23 ans) .....	49
1'476: Procès (24 ans) .....	50

1'482: Départ pour Milan (30 ans) .....	50
<b>1'490: L'homme de Vitruve</b> .....	<b>50</b>
<b>1'495: Lumière</b> .....	<b>50</b>
1'496: Rencontre avec Pacioli qui arrive à la Cour des Sforza à Milan .....	50
1'499: Départ de Milan pour Venise avec Pacioli .....	50
1'501: Retour à Florence .....	50
1'505: 53 ans, rencontre avec Machiavel, 36 ans. ....	50
1'506: Retour à Milan .....	50
1'507, 1'509, 1'510: Trois procès .....	51
1'510: Traité d'anatomie.....	51
1'513: Départ pour Rome (61 ans).....	51
1'515: Lion robot pour François 1er (63 ans) .....	51
1'516: Départ pour Blois (63 ans).....	51
1'519: Codes atlanticus.....	51
1'462-1'520 Masini Tomaso di Giovanni.....	51
1'463-1'494 Pico della Mirandola Giovanni .....	51
1'466-1'536 Erasme Didier.....	52
1'509: "The praise of folly" .....	52
1'516: "The education of a christian prince" .....	52
1'524: "The freedom of will" .....	52
1'469-1'527 Machiavelli Nicolo .....	52
1'502: "Discorso sopra la provisione del denaro" .....	52
1'505: 36 ans, rencontre avec Léonard, 53 ans.....	52
1'513: "Le prince" .....	52
1'520: "L'art de la guerre" .....	52
1'469-1'524 Widman Johan.....	52
<b>1'489: Introduction des signes "+" et "-" pour l'addition et la soustraction</b> .....	<b>52</b>
1'473-1'543 Copernic Nicolas .....	52
1'543: "De revolutionibus orbium coelestium" .....	53
1'499-1'557 Tartaglia Niccolo .....	53
<b>1'500</b> .....	<b>53</b>
1'510-1'558 Recorde Robert.....	53
1'514-1'604 Vésale André.....	53
1'543: "De humani corporis fabrica" .....	53
1'540-1'603 Viète François.....	53
1'544-1'603 Gilbert William.....	53
1'600: "De Magnete, Magnetisque Corporoibus" .....	53
1'546-1'601 Brahe Tycho .....	54
1'588: "De mundi aetherei recentioribus phaenomenis" .....	54
1'548-1'600 Giordano Bruno .....	54
1'584: "De l'infinito universo et mundi" .....	54
1'560-1'620 Le Nautonier Guillaume .....	54
1'601: "Mécométrie de l'eymant" .....	55
1'561-1'626 Bacon Francis .....	55
1'620: "Instauratio magna scientiarum" .....	55
1'564-1'642 Galileo Galilei.....	55
<b>Travail</b> .....	<b>55</b>
1'590: "De motu" .....	55
1'600: "Le mecaniche" .....	55
1'610: "Siderus nuncius" .....	55
1'610: Retour à Florence pour Cosimo de Medicis à qui il avait donné des leçons. ....	55
1'612: "Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua, o che in quella si muovono" .....	56
1'623: "Il saggiatore" .....	56
1'632: "Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo" .....	56
1'638: "Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze" .....	56
<b>Causalité</b> .....	<b>56</b>
<b>Relativité</b> .....	<b>57</b>
1'569-1'619 Lipperhey Hans.....	57
<b>1'608: Téléscope moderne (canochiale)</b> .....	<b>58</b>

1'571-1'630 Kepler Johannes .....	58
<b>Inertie</b> .....	<b>58</b>
1'596: "Mysterius cosmographicum" .....	58
1'609: "Astronomia nova" .....	58
1'610: "Tertius intervenis" .....	58
1'576-1'626 De Caus Salomon.....	61
1'578-1'657 Harvey William.....	61
1'628: "Exercitatio anatomica de motus cordis et sanguinis in animalibus" .....	61
<b>1'628: Circulation des fluides dans le corps</b> .....	<b>61</b>
1'588-1'648 Mersenne Martin.....	62
1'588-1'651 Pacal Etienne .....	62
1'588-1'679 Hobbes Thomas.....	62
1'643: "De motu loco et tempore" .....	62
1'651: "Leviathan" .....	62
1'592-1'655 Gassendi Pierre.....	62
1'644: "Diquisito metaphysica" .....	62
1'596-1'650 Descartes René .....	62
1'637: "Géométrie" .....	63
<b>Univers</b> .....	<b>63</b>
<b>1'600</b> .....	<b>63</b>
1'601-1'665 De Fermat Pierre.....	63
1'602-1'675 De Roberval Gilles Personne.....	63
1'632-1'677 Bullialdus Ismaël.....	63
1'657: "De lineis spiralibus".....	63
1'682: "Opus novum ad arithmetica infinitorum" .....	63
1'608-1'647 Torricelli Evangelista .....	64
<b>1'640: Loi de dynamique des fluides</b> .....	<b>64</b>
<b>1'643: Baromètre à mercure</b> .....	<b>64</b>
1'623-1'662 Pascal Blaise.....	64
<b>1'642: Machine à calculer</b> .....	<b>64</b>
1'657: "De l'esprit géométrique" .....	64
1'665: "Traité du triangle arithmétique" .....	64
<b>Temps</b> .....	<b>64</b>
1'627-1'691 Boyle Robert.....	65
1'629-1'695 Huygens Christian .....	65
<b>1'657: Première horloge à pendule pesant</b> .....	<b>65</b>
1'690: "Traité de la lumière" .....	65
1'632-1'677 Spinoza Baruch .....	65
<b>Causalité</b> .....	<b>65</b>
1'663: "Principia philosophiae cartesianae" .....	65
1'677: "Ethica ordine geometrico demonstrata" .....	65
1'632-1'723 Van Leeuwenhoek Antonie.....	65
<b>1'663: Microscope</b> .....	<b>65</b>
1'632-1'723 Wren Christopher.....	66
1'635-1'703 Hooke Robert.....	66
<b>1'660: Loi de l'élasticité</b> .....	<b>66</b>
1'665: "Micrographia" .....	66
1'638-1'715 Malbranche Nicolas .....	66
1'675: "Recherche de la vérité" .....	66
1'692: "Les lois générales de la communication des mouvements".....	66
1'643-1'727 Newton Isaac .....	66
<b>1'669: Calcul différentiel</b> .....	<b>67</b>
1'669: "De analysi per aequationes numero terminorum infinitas" .....	67
1'687: "Philosophiae naturalis principiae mathematica" .....	67
<b>L'espace et le temps</b> .....	<b>67</b>
<b>Masse</b> .....	<b>67</b>
<b>Impulsion (vis viva)</b> .....	<b>67</b>
<b>Inertie (via insita)</b> .....	<b>67</b>
<b>Travail</b> .....	<b>68</b>



<b>Lumière.....</b>	<b>68</b>
1'704: "Optics" .....	68
1'644-1'710 Romer Olaus.....	68
1'646-1'716 Leibniz Gottfried .....	68
1'666: "De arte combinatorica" .....	69
1'684: "Nova mehtodus pro maximis et minimis" .....	69
1'695: "Système nouveau de la nature et de la communication des substances" .....	69
1'647-1'712 Papin Denis.....	69
<b>1'690: Marmite à pression de vapeur.....</b>	<b>69</b>
<b>1'700: Valve de sécurité .....</b>	<b>69</b>
1'707: "Nouvelle manière pour lever l'eau par la force du feu", Jacob Estienne, Cassel .....	69
1'650-1'715 Savery Thomas.....	69
<b>1'698: Machine à vapeur à refroidissement externe .....</b>	<b>69</b>
1'654-1'722 Varignon Pierre .....	69
1'690: "Nouvelles conjectures sur la pesanteur" .....	69
1'725: "Traité du mouvement et de la mesure des eaux coulantes et jaillissantes" .....	69
1'731: "Elements de mathématiques" .....	69
1'656-1'742 Halley Edmund .....	70
1'678: "Catalogue d'étoiles" .....	70
1'687: finance la publication des "Principia" dans lesquels Newton Isaac (1'642-1'727) prouve son intuition de la loi inverse au carré qu'il partageait avec Wren Christopher (1'632-1'723)..	70
1'705: "Synopsis of the astronomy of comets" .....	70
1'664-1'729 Newcomen Thomas .....	70
<b>1'712: Machine à vapeur atmosphérique à refroidissement interne.....</b>	<b>70</b>
1'664-1'753 Fatio de Duillier Nicolas.....	70
<b>1'688: Théorie de la répulsion universelle .....</b>	<b>70</b>
1'692-1'761 Van Musschenbroek Pieter.....	70
1'697-1'740 De Fontenelle Bernard Le Boyer.....	70
1'686: "Entretiens sur la pluralité des mondes" .....	70
1'727: "Eléments de la géométrie de l'infini" .....	70
<b>1'727: Introduction du concept de système à l'Académie des sciences.....</b>	<b>70</b>
<b>1'700.....</b>	<b>70</b>
1'700-1'782 Bernoulli Daniel.....	70
1'702-1'761 Bayes Thomas .....	71
1'763: "Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances" .....	71
1'703-1'758 Calandrini Jean-Louis.....	71
1'722: "Thèse sur les couleurs" à l'Académie de Genève.....	71
1'704-1'752 Cramer Gabriel.....	71
1'750: "Introduction à l'analyse des lignes courbes algébriques" .....	71
1'706-1'749 Du Chatelet Emilie.....	72
1'707-1'783 Euler Léonhard .....	73
1'736: "Mechanica" .....	73
1'755: "Theoria motus coporum solidorum seu rigidorum" .....	73
1'709-1'751 Offray de la Mettrie .....	73
1'747: "L'homme machine" .....	73
1'711-1'776 Hume David.....	73
1'739: "A treatise on human nature" .....	73
1'748: "An enquiry concerning human understanding" .....	73
1'717-1'789 D'Alembert Jean le Rond.....	73
1'724-1'803 Le Sage Georges-Louis.....	74
<b>1'748: Théorie de l'interaction universelle .....</b>	<b>74</b>
<b>1'761: Théorie cinétique des gaz .....</b>	<b>74</b>
1'761: "Essai de chimie mécanique" .....	74
<b>1'744: Invention du télégraphe électrique.....</b>	<b>74</b>
1'724-1'804 Kant Emmanuel .....	74
1'781: "Critique de la raison pure" .....	74
1'787: "Critique de la raison pratique" .....	74
1'790: "Critique du jugement" .....	74
<b>Espace.....</b>	<b>74</b>

<b>Temps</b> .....	<b>74</b>
<b>Science</b> .....	<b>74</b>
1'728-1'799 Black Joseph .....	74
1'736-1'819 Watt James.....	75
<b>1'763: Machine à vapeur atmosphérique à refroidissement externe</b> .....	<b>75</b>
1'737-1'798 Galvani Luigi .....	75
1'743-1'794 Lavoisier Antoine.....	75
1'745-1'827 Volta Alessandro .....	75
1'749-1'827 De Laplace Pierre-Simon .....	75
1'799: "Mécanique céleste" .....	75
1'814: "Essai philosophique sur les probabilités".....	75
1'753-1'814 Thomson Benjamin (Count Rumford) .....	76
1'768-1'830 Fourier Joseph.....	76
1'822: "Théorie analytique de la chaleur" .....	76
1'773-1'858 Brown Robert.....	76
1'827: "A brief account of microscopical observations".....	76
1'773-1'829 Young Thomas .....	76
1'775-1'836 Ampère André-Marie .....	77
1'777-1'855 Gauss Carl Friedrich .....	77
1'809: "Theoria motus corporum caelestium" .....	77
1'828: "Untersuchungen über höhere Arithmetik" .....	77
1'780-1'831 Von Clausewitz Carl.....	77
1'831: "Vom Kriege" .....	77
1'788-1'827 Fresnel Augustin-Jean.....	77
1'816: "Mémoire sur la diffraction de la lumière".....	77
1'816: "Mémoire sur les couleurs développées dans les fluides homogènes par la lumière polarisée" .....	77
1'822: "De la lumière".....	77
1'791-1'867 Faraday Michael .....	77
1'821: Moteur électrique au mercure.....	77
1'873: "On the various forces in nature" .....	77
1'792-1'856 Lobatschewski Nikolai .....	77
1'840: "Geometrical researches on the geometry of parallels" .....	78
1'856: "Pangeometry" .....	78
1'796-1'832 Carnot Sadi .....	78
1'824: "Réflexions sur la puissance motrice du feu" .....	78
1'799-1'864 Clapeyron Emile .....	78
1'834: "Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur" .....	78
<b>1'800</b> .....	<b>78</b>
1'802-1'860 Bolyai Janos .....	78
1'832: "The science of absolute space" .....	78
1'803-1'853 Doppler Christian .....	78
1'806-1'873 Mill John Stuart.....	79
1'834: "System of logic".....	79
1'848: "Principles of political economy" .....	79
1'869: "Utilitarianism" .....	79
1'809-1'877 Grassmann Herman .....	79
<b>1'844: Géométrie systématique</b> .....	<b>79</b>
1'844: "Die lineale Ausdehnungslehre – Ein neuer Zweig der Mathematik".....	79
1'809-1'882 Darwin Charles .....	79
1'839: voyage sur le Beagle.....	79
1'849: "A manual of scientific enquiry" .....	79
1'856: "On the tendency of species to form varieties" .....	79
<b>1'859: Evolution biologique systématique</b> .....	<b>79</b>
1'859: "On the origin of species by natural selection" .....	79
1'868: "The variation of animals and plants under domestication".....	79
<b>1'872: Emotion systématique</b> .....	<b>79</b>
1'872: "The expressions of emotions in man and animals" .....	79
1'875: "Insectivorous plants" .....	80

1'875: "Movements and habits of moving plants" .....	80
1'880: "The power of movement in plants" .....	80
1'810-1'878 Regnault Victor .....	80
1'814-1'878 Mayer Julius Robert .....	80
1'814-1'885 Tresca Henry.....	80
<b>1'864: Critère de Tresca.....</b>	<b>80</b>
1'817-1'894 Galissard de Marignac Jean .....	80
<b>1'860: La fusion des atomes.....</b>	<b>80</b>
1'819-1'896 Fizeau Hippolyte .....	80
<b>1'849: Mesure de la vitesse de la lumière.....</b>	<b>80</b>
1'820-1'895 Hengels Friederich .....	81
1'973: "Dialectic der Natur" .....	81
1'821-1'894 Helmholtz Hermann Ludwig von.....	81
1'824-1'907 Thomson William (Lord Kelvin) .....	81
<b>1'902: Electrons.....</b>	<b>81</b>
1'822-1'888 Clausius Rudolf .....	81
1'823-1'891 Kronecker Leopold.....	82
1'850: "Kronecker product" .....	82
1'826-1'866 Riemann Bernhard.....	82
1'868: "On the hypotheses which lie at the foundation of geometry" .....	82
1'831-1'879 Maxwell James Clark .....	82
<b>Travail:.....</b>	<b>82</b>
<b>1'861: Première photographie en couleur .....</b>	<b>82</b>
1'873: "A treatise on electricity and magnetism" .....	82
1'877: "Matter and motion" .....	83
1'908: "Theory of heat" .....	83
1'877: "Matter and motion" .....	83
<b>Force:.....</b>	<b>88</b>
<b>Impulsion:.....</b>	<b>88</b>
1'877: "Matter and motion" .....	88
<b>Masse:.....</b>	<b>88</b>
1'838-1'916 Mach Ernst.....	89
<b>1'883: Physique systémique.....</b>	<b>89</b>
1'883: "Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt" .....	89
1'887: Photographie des ondes de choc d'une balle supersonique.....	89
1'842-1'919 Rayleigh John.....	89
1'877: "Theory of sound" .....	89
1'844-1'895 Miescher Friderich.....	89
<b>1'869: Découverte de l'ADN qu'il appelle nucléines.....</b>	<b>90</b>
1'871: "Über die chemische Zusammensetzung der Eiterzellen" .....	90
1'845-1'879 Clifford William .....	90
1'872: "On the aims and instruments of scientific thought" .....	90
1'876: "On the space theory of matter" .....	90
1'877: "The ethics of belief" .....	90
<b>1'878: Dynamique systémique .....</b>	<b>90</b>
1'878: "Elements of dynamics – An introduction to the study of motion and rest in solid and fluid bodies" .....	90
1'879: "Seeing and thinking" .....	90
1'845-1'913 De Laval Gustav .....	90
<b>1'890: Tuyère thermodynamique.....</b>	<b>90</b>
1'845-1'923 Röntgen Wilhelm .....	90
1'895: "Über eine neue Art von Strahlung" .....	90
1'847-1'923 Thoma Richard .....	90
<b>1'883: Microtome .....</b>	<b>90</b>
1'848-1'925 Frege Gottlob .....	91
<b>1'891: Logique du second et troisième ordre.....</b>	<b>91</b>
1'891: "Funktion und Begriff" .....	91
1'923: "Gedankengefüge" .....	91
1'850-1'925 Heaviside Oliver .....	91

1'853-1'926 Onnes Kamerlingh.....	92
<b>1'911: Electron magnétique</b> .....	<b>92</b>
1'853-1'928 Lorentz Hendrick.....	92
<b>1'892: Electron</b> .....	<b>92</b>
1'900: "Considerations on gravitation" .....	92
1'909: "The theory of electrons and it's application to the phenomena of light and radiant heat" .....	92
1'920: "The Einstein theory of relativity: a concise statement" .....	92
1'854-1'931 Parsons Charles.....	92
<b>1'884: Turbine à vapeur</b> .....	<b>92</b>
1'854-1'912 Poincaré Henri .....	92
1'900: "La théorie de Lorentz et le principe de réaction" .....	92
1'902: "La science de l'hypothèse" .....	92
<b>1'905: Ondes gravitationnelles</b> .....	<b>93</b>
1'905: "Sur la dynamique de l'électron" .....	93
1'908: "Thermodynamique" .....	93
1'854-1'924 Föppl August.....	93
1'892: "Das Fachwerk im Raume" .....	93
1'894: "Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität" .....	93
<b>1'896: Physique systémique</b> .....	<b>93</b>
1'896: "Die Geometrie der Wirbenfelder" .....	93
1'892: "Das Fachwerk im Raume" .....	93
1'920: "Drang und Zwang: eine höhere Festigkeitlehre für Ingenieure" .....	93
1'856-1'939 Freud Sigmund.....	93
<b>1'910: Psychologie systémique</b> .....	<b>93</b>
1'910: "Leonardo da Vinci: a memory of his childhood" .....	93
1'912: "La dynamique du transfert" .....	93
1'912: "Totem et tabou" .....	93
1'857-1'899 Vaschy Aimé.....	93
1'890: "Traité d'électricité et de magnétisme" .....	93
1'892: "Sur les lois de similitude en physique" .....	94
1'892: "Sur les lois de similitude en électricité" .....	94
1'893: "Sur une propriété générale des champs admettant un potentiel" .....	94
1'894: "Théorème général sur les actions en raison inverse du carré des distances" .....	94
1'895: "Sur la définition des masses et des forces" .....	94
1'897: "Etudes des propriétés expérimentales des diverses énergies" .....	94
1'857-1'894 Hertz Heinrich.....	94
<b>1'888: Ondes électromagnétiques</b> .....	<b>94</b>
1'892: "Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft" .....	94
1'894: "Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt" .....	94
1'857-1'913 De Saussure Ferdinand .....	94
<b>1'913: Linguistique systémique</b> .....	<b>94</b>
1'916: "Traité de linguistique générale" (notes de cours de Bally Charles 1'865-1'947).....	94
1'857-1'921 De Preto Olinto .....	94
<b>1'903: Energie nucléaire</b> .....	<b>94</b>
1'857-1'936 Pearson Karl.....	94
<b>1'892: Statistique systémique</b> .....	<b>94</b>
1'892: "The grammar of science" .....	95
1'906: "A mathematical theory of random migration" .....	95
1'930: "On a new theory of progressive evolution" .....	95
1'860-1'948 Thompson d'Arcy Wenworth .....	95
1'917: "On growth and form" .....	95
1'864-1'909 Minkowski Hermann.....	95
1'907: "Das Relativitätsprinzip" .....	95
1'908: "Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern" ..	95
1'909: "Raum und Zeit" .....	95
1'865-1'937 Wheller William Morton.....	95
1'911: "Ants, Their Structure, Development and Behaviour" .....	95
1'857-1'936 Bally Charles .....	95

<b>1'913: Linguistique systématique</b> .....	<b>95</b>
1'913: "Le langage et la vie" .....	95
1'861-1'916 Duhem Pierre .....	96
1'886: "Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique" .....	96
1'888: "De l'aimantation par influence" .....	96
1'889: "Des corps diamagnétiques" .....	96
1'893: "Introduction à la mécanique chimique" .....	96
1'894: "Sur les déformations permanente de l'hysteresis" .....	96
1'895: "Les théories de la chaleur" .....	96
<b>1'895: Introduction du potentiel chimique</b> .....	<b>96</b>
1'902: "Thermodynamique et chimie" .....	96
1'906: "Etudes sur Léonard de Vinci" .....	96
1'911: "Traité de l'énergétique" .....	96
<b>1'911: Equivalence chaleur-charge-mouvement</b> .....	<b>96</b>
1'913: "Le système du monde" .....	96
1'865-1'950 Nagaoka Antaro.....	96
<b>1'904: Nuage atomique</b> .....	<b>96</b>
1'867-1'940 Buckingham Edgar.....	96
1'902: "Theory of thermodynamics".....	96
<b>1'914: Théorème pi</b> .....	<b>97</b>
1'914: "On the similarity of physical systems" .....	97
1'915: "The similitude principle" .....	97
1'915: "Model experiments and the form of empirical equations" .....	97
1'920: "Jet propulsion for airplanes" .....	97
1'868-1'951 Sommerfeld Arnold.....	97
1'908: "4ème Congrès international des mathématiciens - Rome" .....	97
1'871-1'937 Rutherford Ernest .....	97
<b>1'911: Noyau atomique</b> .....	<b>97</b>
<b>1'919: Transmutation</b> .....	<b>97</b>
1'873-1'951 Harkins William.....	97
<b>1'915: Le nouveau noyau</b> .....	<b>97</b>
<b>1'920: Neutron</b> .....	<b>98</b>
<b>1'921: Le nouveau neutron</b> .....	<b>98</b>
<b>1'928: Transmutation</b> .....	<b>98</b>
1'875-1'953 Prandtl Ludwig .....	98
1'931: "Führer durch die Strömungslehre" .....	98
1'875-1'946 Lewis Gilbert.....	98
<b>1'904: Octets</b> .....	<b>98</b>
<b>1'916: Le nouvel atome</b> .....	<b>98</b>
<b>1'926: Photon</b> .....	<b>99</b>
<b>1'933: Eau lourde</b> .....	<b>99</b>
1'875-1'961 Jung Gustav.....	99
1'912: "Psychoanalysis" .....	99
1'928: "Über die Energetik der Seele" ("L'énergie psychique").....	99
1'934: "Les archétypes de l'inconscient collectif" .....	99
1'957: "Gegenwart und Zukunft" ("Présent et futur") .....	99
1'964: "L'homme et ses symboles" (métaphores) .....	99
1'877-1'955 Avery Oswald.....	99
<b>1'944: L'ADN est constitué de gènes</b> .....	<b>99</b>
1'944: "Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types" .....	99
1'879-1'955 Einstein Albert .....	99
1'905: "Electrodynamique des corps mouvants" .....	99
1'881-1'942 Thoma Dieter.....	100
1'921: "Hochleistungskessel" .....	100
1'881-1'948 Tolman Richard.....	100
1'912: "Analyse de la résistance de l'éther au champ magnétique".....	100
<b>1'914: Théorie de la chaleur spécifique</b> .....	<b>100</b>
1'882-1'962 Riabouchinsky Dimitri.....	100

1'811: "L'aérophile" .....	100
1'882-1'961 Bridgman Percy .....	101
1'922: "Dimensional Analysis" .....	101
1'936: "The nature of physical theory" .....	101
1'950: "Reflections of a physicist" .....	101
1'959: "The way things are" .....	101
1'883-1'960 Guillaume Gustave.....	101
1'919: "Le problème de l'article et sa solution en langue française" .....	101
1'929: "Temps des verbes: théorie des aspects, des modes et des temps" .....	101
<b>1'929: Linguistique systémique .....</b>	<b>101</b>
1'939: "Comment se fait un système grammatical" .....	101
1'945: "L'architectonique du temps dans les langues classiques" .....	101
1'952: "La langues est-elle ou n'est-elle pas un système" .....	101
1'953: "Psycho-systématique et psycho-sémiologie du langage" .....	101
1'964: "Langage et science du langage" .....	101
1'884-1'966 Debye Peter .....	101
1'912: "Théorie spécifique de la chaleur" .....	101
1'885-1'950 Weyl Hermann .....	102
1'913: "Die Idee der Riemannschen Fläche" .....	102
1'918: "Raum, Zeit, Materie" .....	102
1'923: "Mathematische Analyse des Raumproblems" .....	102
1'924: "Was ist Materie" .....	102
1'934: "Mind and nature" .....	102
1'949: "Philosophy of mathematics and natural science" .....	102
1'885-1'962 Bohr Niels.....	102
<b>1'913: Atome planétaire .....</b>	<b>102</b>
1'887-1'963: Schrödinger Erwin .....	102
1'926: "Quantisierung als Eigenwertproblem" .....	102
1'944: "What is life" .....	102
1'887-1'973 Thoma Hans .....	102
<b>1'949: Pompe hydraulique à barillet.....</b>	<b>102</b>
1'889-1'970 Parson Alfred.....	103
<b>1'915: Magneton .....</b>	<b>103</b>
1'890-1'962 Fisher Ronald (72) .....	103
1'925: "Statistical methods for research workers" .....	103
1'935: "The design of experiments" .....	103
1'956: "Statistical methods and scientific inference" .....	103
1'891-1'974 Chadwick James.....	103
<b>1'932: Le neutron .....</b>	<b>103</b>
1'892-1'964 Koyré Alexandre.....	103
1'939: "Etudes galiléennes" .....	104
<b>1'957: Philosophie systémique.....</b>	<b>104</b>
1'957: "From the closed world to the infinite universe" .....	104
1'961: "La revolution astronomique" .....	104
1'966: "Etudes d'histoire de la pensée scientifique" .....	104
1'892-1'987 De Broglie Louis .....	104
<b>1'924: Théorie ondulatoire de la lumière.....</b>	<b>104</b>
1'894-1'964 Wiener Norbert .....	104
1'914: "A simplification in the logic of relations" .....	104
1'930: "General harmonic analysis" .....	104
1'940: "Interpolation, extrapolation and smoothing of stationary time series" (postwar 1'949) .....	104
<b>1'948: Cybernétique.....</b>	<b>104</b>
1'948: "Cybernetics or control and communication in the animal and the machine" .....	104
1'954: "Invention: the care and feeding of ideas" (posthume 1'993).....	104
1'896-1'980 Piaget Jean .....	104
1'923: "Le langage et la pensée chez l'enfant" .....	104
1'926: "La représentation du monde chez l'enfant" .....	104
1'927: "La causalité physique chez l'enfant" .....	104

1'936: "La naissance de l'intelligence chez l'enfant" .....	105
1'937: "La construction du réel chez l'enfant" .....	105
1'941: "Le développement des quantités chez l'enfant: conservation et atomisme" .....	105
1'942: "Classes, relations et nombres" .....	105
1'946: "Le développement de la notion de temps chez l'enfant" .....	105
1'947: "La psychologie de l'intelligence" .....	105
1'948: "La géométrie spontanée chez l'enfant" .....	105
1'949: "La représentation de l'espace chez l'enfant" .....	105
<b>1'950: Epistémologie systémique</b> .....	<b>105</b>
1'950: "Introduction à l'épistémologie génétique" .....	105
1'950: "La pensée physique" .....	105
1'952: "Essai sur les transformations des opérations logiques: les 256 opérations ternaires" .....	105
1'964: "L'épistémologie de l'espace" .....	105
1'967: "Logique et connaissance scientifique" .....	105
1'968: "Le structuralisme" .....	105
1'971: "Les explications causales" .....	105
1'972: "La direction des mobiles lors de chocs et de poussées" .....	105
1'972: "La transmission des mouvements" .....	105
1'973: "La formation de la notion de force" .....	105
1'973: "La composition des forces et le problème des vecteurs" .....	105
1'983: "Psychogénèse et histoire des sciences" .....	105
<b>1'900</b> .....	<b>105</b>
1'900-1'958 Pauli Wolfgang .....	106
1'921: "Theory of relativity" .....	106
<b>1'927: Matrices de Pauli</b> .....	<b>106</b>
1'950: "Pauli lectures" (cours de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich) .....	106
1'901-1'954 Fermi Enrico .....	106
<b>1'935: Pile nucléaire</b> .....	<b>106</b>
1'901-1'976 Heisenberg Werner .....	106
1'902-1'982 Dirac Paul .....	106
1'930: "The principles of quantum mechanics" .....	106
<b>1'958: Impulsion de Dirac</b> .....	<b>106</b>
1'958: "The delta function" .....	106
1'975: "General theory of relativity" .....	106
1'904-1'968 Gamow George .....	106
<b>1'931: Noyau goutte d'eau</b> .....	<b>107</b>
1'931: "Constitution of atomic nuclei and radioactivity" .....	107
1'937: "Structure of atomic nuclei and nuclear transformations" .....	107
1'961: "The atom and it's nucleus" .....	107
1'905-1'989 Segrè Emilio .....	107
1'950: "Spontaneous fission" .....	107
1'964: "Nuclei and particles" .....	107
1'980: "From X-rays to quarks" .....	107
1'984: "From falling bodies to radio waves" .....	107
1'906-1'938 Majorana Ettore .....	107
1'931: "Sulla formazione dell'ione di elio" .....	107
1'931: "Reazione pseudopolare fra atomi di idrogeno" .....	107
1'932: "Atomi orientate in campo magnetico variabile" .....	107
1'932: "Il valore delle legge statistiche nella fisica e nelle scienze sociali" .....	107
1'932: "Teoria relativista con di particelle con momento intrinseco arbitrario" .....	107
1'937: "Teoria simmetrica dell'eletrone e del positrone" .....	107
1'909-1'992 Langhaar Henry .....	108
1'951: "Dimensional Analysis and the Theory of Models" .....	108
1'909-2'000: Ladame Paul Alexis .....	108
1'910-1'984 Don Borghi Carlo .....	108
<b>1'955: Synthèse du neutron</b> .....	<b>108</b>
1'910-2'010 Jammer Max .....	108
<b>1'954: Conceptualisation systémique</b> .....	<b>108</b>

1'954: "Concepts of space. The history of theories of space in physics" .....	108
1'957: "Concept of force. A study on the foundations of dynamics" .....	108
1'961: "Concepts of mass in classical and modern physics" .....	108
2'006: "Concepts of simultaneity. From antiquity to Einstein and beyond" .....	108
2'007: "Concepts of time in physics. A synopsis" .....	108
1'911-1'986 Leroy-Ghouran André.....	109
1'943: "L'homme et la matière" .....	109
1'945: "Milieu et techniques" .....	109
<b>1'964: Ethnologie systémique</b> .....	<b>109</b>
1'964: "Le geste et la parole – Technique et langage" .....	109
1'965: "Le geste et la parole – Mémoire et rythmes" .....	109
1'911-2'008 Wheller John .....	109
<b>1'951: Stellarator</b> .....	<b>109</b>
<b>1'952: Bombe à hydrogène</b> .....	<b>109</b>
1'961: "Géometrodynamic and the problem of motion" .....	109
1'916-2'004 Crick Francis.....	109
1'953: "Molecular structure of nucleic acids. A structure for deoxyribose nucleic acid" .....	109
1'958: "On protein synthesis" .....	109
1'918-1'988 Feynman Richard.....	109
1'942: "The principle of least action in quantum mechanics" .....	109
1'949: "Space-time approach to quantum electrodynamics" .....	110
<b>1'950: Graphes énergétiques</b> .....	<b>110</b>
1'950: "Mathematical formulation of the quantum theory of electromagnetic interaction" ....	110
1'968: "What is science" .....	110
1'918-2'016 Forrester Jay .....	110
<b>1'960: Ecologie systémique</b> .....	<b>110</b>
1'961: "Industrial dynamics" .....	110
1'968: "Principle of systems" .....	110
1'961: "Urban dynamics" .....	110
1'961: "World dynamics" .....	110
1'919-2'020 Bunge Mario.....	110
<b>1'959: Philosophie systémique</b> .....	<b>110</b>
1'959: "Causality and modern science" .....	110
1'980: "The mind-body problem" .....	110
1'920-1'958 Franklin Rosalind .....	110
<b>1'950: Structure de l'ADN</b> .....	<b>110</b>
1'959: "Evidence for 2-Chain Helix in Crystalline Structure of Sodium Deoxyribonucleate" ...	110
1'922-1'983 Goffman Erving.....	110
<b>1'959: Interaction systémique</b> .....	<b>111</b>
1'959: "The presentation of self in everyday life" .....	111
1'961: "Encounters: two studies in the sociology of interaction" .....	111
1'969: "Strategic interaction" .....	111
1'974: "Frame analysis: an essay on the organization of experience" .....	111
1'979: "Gender advertisements" .....	111
1'923-2'002 Paynter Henry.....	111
<b>1'960: Graphes systémiques</b> .....	<b>111</b>
1'961: "Analysis and design of engineering systems" .....	111
1'927-2'011 Mentha Gérard.....	111
<b>1'948: Démographie systémique</b> .....	<b>111</b>
1'948: "Les causes de décès en Suisse, étudiées à la lumière de la démographie actuelle et de la démographie potentielle" .....	111
1'936: "Principes de valoristie" (Georges Michelet) .....	111
1'944: "Valeur, prix, monnaie" (Georges Michelet).....	111
1'951: "La stabilité monétaire" (Georges Michelet).....	111
1'927-2'011 Thoma Jean.....	111
<b>1'950: Lambretta hydraulique</b> .....	<b>112</b>
1'964: "Hydrostatische Betriebe" .....	112
<b>1'975: Thermodynamique systémique</b> .....	<b>112</b>
1'975: "Introduction to Bond Graphs and their Application" .....	112



2'006: "Simulation with entropy in engineering thermodynamics" .....	112
1'927-2'016 Minski Marwin .....	112
1'961: "Steps toward artificial intelligence" .....	112
1'967: "Computation: finite and infinite machines" .....	112
1'986: "The society of mind" .....	112
2'006: "The emotion machine" .....	112
1'928- Watson James .....	112
1'953: "Molecular structure of nucleic acids" .....	112
1'928-2'016 Papert Seymour .....	113
<b>1'967: Logo</b> .....	<b>113</b>
<b>1'968: Tortue</b> .....	<b>113</b>
<b>1'969: Perceptron</b> .....	<b>113</b>
1'988: "An introduction to computational geometry" .....	113
1'929- Wilson Edward .....	113
<b>1'970: Sociologie systémique</b> .....	<b>113</b>
1'975: "Sociobiology: the new synthesis" .....	113
1'990: "The ants" .....	113
1'930- 2'000 Szücs Ervin .....	113
1'976: "Dialoge über technische prozesse" .....	113
1'980: "Similitude and modeling" .....	113
1'930- Mayr Otto .....	113
<b>1'969: Automatique systémique</b> .....	<b>113</b>
1'969: "Zur frühgeschichte der technischen Regelungen" .....	113
1'986: "Authority, Liberty and Automatic Machinery in Early Modern Europe" .....	113
1'931- Atlan Henri .....	114
1'979: "Entre le cristal et la fumée" .....	114
<b>1'999: Génétique systémique</b> .....	<b>114</b>
1'999: "La fin du tout génétique" .....	114
2'002: "La science est-elle inhumaine?" .....	114
2'005: "L'uterus artificiel" .....	114
2'011: "Le vivant post-génomique ou qu'est-ce que l'auto-organisation" .....	114
1'932-1'977 Solari Luigi .....	114
<b>1'961: Econométrie systémique</b> .....	<b>114</b>
1'961: "De l'économie qualitative à l'économie quantitative" .....	114
1'933-2'015 Pelt Jean-Marie .....	114
1'970: "Evolution et sexualité des plantes" .....	114
1'980: "Les plantes: amours et civilisations végétales" .....	114
1'981: "La prodigieuse aventure des plantes" .....	114
<b>1'950: Botanique systémique</b> .....	<b>114</b>
1'984: "La vie sociale des plantes" .....	114
1'996: "Les langages secrets de la nature" .....	114
2'000: "La terre en héritage" .....	114
2'009: "La raison du plus faible" .....	114
2'011: "L'évolution vue par un botaniste" .....	114
1'933- Hestenes David .....	114
<b>1'966: Calcul systémique</b> .....	<b>115</b>
1'966: "Space-time algebra" .....	115
1'999: "New foundations for classical mechanics" .....	115
1'934-2'010 Keagan George .....	115
<b>1'976: Stratégie systémique</b> .....	<b>115</b>
1'976: "The face of battle" .....	115
1'981: "The nature of war" .....	115
1'987: "The mask of command" .....	115
1'993: "A history of warfare" .....	115
1'996: "Warpaths" .....	115
2'003: "Intelligence in war" .....	115
1'936- Corballis Michael .....	115
<b>1'976: Latéralisation systémique</b> .....	<b>115</b>
1'976: "The psychology of left and right" .....	115

1'984: "Human bilaterality" .....	115
2'003: "From hand to mouth: the origins of language" .....	115
2'011: "The recursive mind" .....	115
2'014: "The wandering mind" .....	115
1'937- De Rosnay Joël.....	115
<b>1'976: Biologie automatique</b> .....	<b>115</b>
1'976: "Le microscope" .....	115
1'983: "Les chemins de la vie" .....	116
1'940-2'015 Vogel Steven.....	116
<b>1'975: Biologie systémique</b> .....	<b>116</b>
1'975: "Life in moving fluids: the physical biology of flow" .....	116
2'003: "Comparative biomechanics: life's physical world" .....	116
2'009: "Glimpses of creatures in their mechanical worlds" .....	116
2'016: "Why the wheel is round: muscles, technology, and how we make things move" .....	116
1'941- Lakoff George .....	116
1'970: "Irregularity in syntax" .....	116
1'980: "Metaphors we live by" .....	116
<b>1'987: Categorisation systémique</b> .....	<b>116</b>
1'987: "Women, fire and dangerous things. What categories reveal about the mind" .....	116
2'000: "Where mathematics come from" .....	116
1'946- Haynes Robin.....	116
<b>1'982: Géographie systémique</b> .....	<b>116</b>
1'947-2'019 Ifrah George .....	116
<b>1'981: Codage systémique</b> .....	<b>116</b>
1'981: "Histoire universelle des chiffres" .....	116
1'985: "Les chiffres ou l'histoire d'une grande invention" .....	117
1'950- Axelrod Robert.....	117
<b>1'984: Cooperation systémique</b> .....	<b>117</b>
1'984: "The evolution of cooperation" .....	117
1'997: "The complexity of cooperation" .....	117
2'001: "Harnessing complexity" .....	117
1'945-2'015 Monti Roberto .....	117
<b>1'980: Chimie systémique</b> .....	<b>117</b>
1'946- Kövecses Zoltan.....	117
<b>1'986: Métaphore systémique</b> .....	<b>118</b>
1'986: "Metaphors of anger, pride and love" .....	118
1'988: "The language of love. The semantics of passion in conversational english" .....	118
1'990: "Emotion concepts" .....	118
2'000: "Metaphor and emotion: language, culture and body in human feeling" .....	118
2'002: "Metaphor: a practical introduction" .....	118
2'006: "Language, mind and culture" .....	118
2015: "Where metaphor come from" .....	118
1'947- Abelson Harold .....	118
<b>1'985: Robots fractals autonomes</b> .....	<b>118</b>
1'986: "Turtle geometry: the computer as a medium for exploring mathematics" .....	118
1'947- Sussman Jay.....	118
<b>1'985: Moteur d'inférence</b> .....	<b>118</b>
1'985: "Structure and interpretation of computer programs" .....	118
2'001: "Structure and interpretation of classical mechanics" .....	118
1'950- Langley Pat .....	118
<b>1'987: Science systémique</b> .....	<b>118</b>
1'987: "Scientific discovery: computational explorations of creative processes" .....	118
1'990: "Computational models of scientific discovery and theory formation" .....	118
1'998: "The computer aided discovery of scientific models" .....	118
2'002: "Inducing process models from continuous data" .....	118
2'003: "An interactive environment for scientific model construction" .....	119
2'010: "Integrated systems for inducing spatio-temporal process models" .....	119



# Introduction

L'inconscience et la conscience, et donc la science, sont aussi anciennes que la vie.

Les idées scientifiques résultent d'un long et continu processus d'abstraction ayant commencé chez l'homme primitif.

Les premiers humains parvinrent à compter.

D'autres réussirent à raisonner en terme de distances et d'angles.

D'autres encore se mirent à rapporter ces idées au temps.

Enfin, certains se mirent à penser en terme d'essences quelconques évoluant dans le temps.

Ayant compris le génie de Léonard de Vinci (1452-1519), Galileo Galilei (1564-1642) initie une révolution scientifique en proclamant que la mécanique était le paradis de la science.

Après lui, les scientifiques séparèrent clairement la matière, l'espace et le temps dans leurs raisonnements.

En physique le travail se poursuit dans deux directions principales: la cinématique, décrivant les mouvements de la matière dans l'espace et le temps et la dynamique, décrivant les transferts d'énergie provoquant ces mouvements.

Au début du 19<sup>ème</sup> siècle, parallèlement au développement de la machine à vapeur, la thermique, science de la chaleur, fit son apparition.

Vers le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle les scientifiques intégrèrent la thermique et la dynamique dans un ensemble plus vaste qu'ils baptisèrent "Thermodynamique", la science de l'énergie.

A la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, l'énergie électromagnétique fut également intégrée à la thermodynamique sans que celle-ci ne change de nom.

Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, l'énergie chimique fut à son tour intégrée au corpus scientifique de la thermodynamique.

Au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle, les scientifiques ajoutèrent encore l'énergie nucléaire à la thermodynamique.

A la fin du 20<sup>ème</sup> siècle, la thermodynamique est devenue la science universelle de l'énergie, tant physique que psychique.

Au début du 21<sup>ème</sup> siècle, les progrès constant des machines à calculer depuis le début de l'humanité permettent de simuler la pensée.

Intégrée à la systémique et à l'automatique, la thermodynamique devient la systématique, le nouveau paradis de la science.

# Chronologie

**-10'000'000'000**

**-10'000'000'000 Vie**

**-10'000'000'000 *Molécules***

**-6'000'000'000**

**-6'000'000'000 *Membrane***

**-5'000'000'000**

**-5'000'000'000 *ARN***

**-4'000'000'000**

**-4'000'000'000 *Noyau***

**-3'000'000'000**

**-3'000'000'000 *ADN***

**-2'000'000'000**

**-2'000'000'000 *Symbiose***

**-1'000'000'000**

*-1'000'000'000 Collaboration*

**-10'000'000**

*-10'000'000 Outils*

**-5'000'000**

**-5'000'000 Humains**

*-5'000.000 Dernier ancêtre commun avec les singes.*

*-3'000'000 Cerveau*

Croissance du cerveau.

*-2'000'000 Langage*

**-1'000'000**

*-1'000'000 Outils articulés*

**-500'000**

*-500'000 Pierre éclatée (éolithique)*

Perfectionnement.

*-250'000 Pierre taillée (paléolithique)*

Perfectionnement.

***-100'000 Pierre polie (néolithique)***

Perfectionnement.

**-100'000*****-75'000 Feu******-50'000 Economie***

Division du travail.

Domestication du loup.

Elevage et agriculture.

Invention des nombres pour quantifier les échanges.

Invention de l'arithmétique pour traiter les nombres (nombres entiers d'unités).

Invention de la géométrie pour traiter les formes (triangles, rectangles et cercles).

***-30'000 Représentation (Grottes)*****-10'000*****-7'000: Calcul (cailloux dans boules d'argile cuites)***

Pour faciliter les échanges, en mémorisant l'oral

***-6'000: Nombre (gravures sur boules d'argile cuites)***

Pour diminuer le poids.

**-5'000*****-5'000: Tablettes d'argile***

Pour diminuer l'encombrement.

**-4'000***-4'000: Monnaie*

Pour généraliser la valeur: coquillages etc.

*-4'000: Papyrus (pictogrammes horizontaux)**-3'500: Traduction***-3'000***-3'000: Bambou (pictogrammes verticaux)**-2'750: Papier de soie**-2'500: Caractères mobiles en bois***-2'000***-2'000: Cerf volant**-2'000: Téléscope**-2'000: Noeuds**-1'500: Alphabet**-1'400: Grammaire***-1391-1271 Moïse (מֹשֶׁה רַבֵּנוּ)****-1'000***-1'000: Zéro***-750: Numération de position**



**-700****-625-547 De Milet Thalès****-600: *Théorème de Thalès***

Dans un plan, à partir d'un triangle, une droite parallèle à l'un des côtés définit avec les droites des deux autres côtés un nouveau triangle, semblable au premier.

**-610-546 De Milet Anaximandre**

Organisme et milieu constituent un système en interaction.

*"Les animaux sont nés de la mer par l'action de la chaleur solaire sur l'élément liquide. Ils étaient d'abord enveloppés d'une écorce épineuse. Quand leur écorce éclata, ils modifièrent leur genre de vie en peu de temps."*

**-600****-580-495 De Samos Pythagore*****Espace***

Pythagore attribue une espèce de spatialité aux nombres, affirmant l'existence d'un vide entre eux. C'est le vide qui détermine et délimite leur nature.

Le vide spatial est nécessaire pour garantir l'aspect discret des nombres individuels dans sa géométrisation des nombres.

L'espace n'a pas encore une signification physique si ce n'est celle d'agent limitant les différents corps.

L'espace est toujours appelé "*pneuma apeiron*" ou encore "*kenon*" (*vide*).

L'air est toujours identifié avec le vide ce qui n'est que le début de la conception de l'espace comme extension.

La distinction ne sera vraiment clarifiée que par De Tarente Archytas (-435-347), qui distinguera clairement l'espace de la matière, affirmant que l'espace est indépendant de la matière.

**-500: *Théorème de Pythagore***

Le carré de la longueur de l'hypoténuse, qui est le côté opposé à l'angle droit, est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés.

### **–549-477 Mahavira Vardhamana**

Développe un pluralisme atomistique (*anekantarada*) sans la moindre allusion au concept de force.

Développe une physique dans laquelle la dynamique (*ajiva*) est subdivisée en matière (*pudgala*), espace (*akasha*), mouvement (*dharma*), immobilité (*adharmā*) et temps (*kala*).

Pour lui, c'est le temps qui cause l'activité (*kriya*) et le changement (*parinama*). C'est une sorte d'agent dynamique, un peu équivalent à la notion de force occidentale.

Un concept un peu équivalent sera celui de Descartes qui n'emploie pas la notion de force mais seulement des concepts géométrico-cinématiques en plus de la notion d'extension impénétrable.

### **–544-496 Tzu Sun**

–475: "*L'art de la guerre*"

### **–540-480 D'Ephèse Héraclite**

L'apparition et la conservation de toute chose, y compris les êtres vivants, doit être conçue comme un système en évolution constante, dont la représentation la plus simple possible est celle de deux éléments opposés réunis dans une unité fondamentale dont la dynamique éternelle est celle de la vie, comme le représente le symbole du Tao.

*"On ne peut pas se baigner deux fois dans le même fleuve."*

## **–500**

### **–500-428 Anaxagoras**

Philosophe systémique présocratique.

*Système*

*"Tout devient tout et tout peut être transformé en autre chose."*

*"Les semis des plantes et les œufs des animaux contiennent en miniature toutes les parties de l'être futur."*

*"La vie est apparue sur terre grâce à des germes que la pluie a apporté du ciel".*

*"Tout devient tout et tout peut être transformé en autre chose."*

### **–483-423 D'Agrigente Empedocle**

*"La vie tient sa source dans la terre qui, chauffée à la fois par le soleil et un feu intérieur, donne naissance à des morceaux d'êtres vivants, comme des yeux ou des cornes, par exemple, formant eux-mêmes des agrégats hétéroclites par associations fortuites pouvant donner naissance à des monstres selon les mélanges."*

*"Les êtres viables sont obtenus par l'association fortuitement favorable des morceaux initiaux."*

### **–489-431 D'Elée Zénon**

Insiste sur le lien entre espace et temps: "L'espace et le temps, des idées hétérogènes et indépendantes, sont néanmoins liées par l'idée de mouvement."

Cette notion sera reprise et précisée par Locke dans *"Essay concerning human understanding"* (1748): "to measure motion space is as necessary to be considered as time... They are made use of to denote the position of finite real beings in respect one another in those uniform oceans of duration and space".

### **–484-425 Hérodote**

Histoire et géographie.

### **–470-399 Socrate**

Professeur de Platon (–428-348)

Existence supposée seulement selon les témoignages de Platon et Xénophon, ses élèves.

*"La vie du corps est subordonnée à la pensée."*

Cette idée va donner naissance au platonisme, la vertu pour s'élever à l'universalité de la pensée.

**-425: Logique des proposition**

La logique des propositions n'a ni le concept de relation ni celui de quantification.

**-400: Logique des prédicats du premier ordre**

La logique du premier ordre permet d'utiliser des variables qui sont quantifiées sur un ensemble.

*"Socrate est un homme"*

*"Il existe un x tel que x est Socrate et que x est un homme"*

*"Il existe" est un quantificateur.*

*"x" est une variable.*

**-460-377 Hippocrate**

Histoire et géographie.

**-460-370 D'Abdère Democrite**

L'univers est un vide dans lequel évoluent des atomes.

Conçoit l'espace comme une extension vide sans influence sur le mouvement de la matière, notion opposée à celle de champ.

*"Le monde est constitués d'atomes en perpétuel mouvement et collisions, dont les combinaisons au hasard aboutissent à la variété des êtres, en particulier des vivants."*

*"Le hasard n'est qu'une forme synthétique de lois de la nature que l'homme ignore."*

*"Les êtres ayant la meilleure constitution, les plus aptes à vivre dans certaines circonstances ont la plus grande chance de survivre."*

*"Rien ne vient de rien."*

Mesure du temps avec le clepsydre.

Le premier encyclopédiste.

**-435-347 De Tarente Archytas**

Inventeur de la mécanique.

### *Espace*

Distingue clairement la place (*topos*) de la matière. L'espace est différent et indépendant de la matière.

*"Tout corps occupe une place et ne peut exister si cette place n'existe pas."*

*"La place est donc la première des réalités."*

*"Comme une réalité qui est déplacée l'est vers une certaine place il va de soi que la place doit exister avant la réalité. La place est donc première puisque tout ce qui existe se trouve en une place et ne peut exister sans place. Si la place a une existence en elle-même et est indépendante des réalités, la place détermine le volume des réalités".*

*"Une propriété de l'espace est que les choses sont en lui mais qu'il n'est jamais dans autre chose."*

Pour Archytas, l'espace est une extension sans qualité, une espèce d'atmosphère primordiale bordée par un vide infini.

Trouve la duplication du cube: comment construire un cube de volume double en connaissant une arête.

–400: *"Traité de mathématiques"*

–400: *"Traité de musique"*

### **–430-354 Xénophon**

–370: *"Anabase"*

Stratégie.

### **–428-348 Platon**

Elève de Socrate (470-399).

### *Atome*

Détruit la notion d'atomisme, un désastre pour la science.

*–370: Fondation de l'Académie (durée 800 ans)*

### *Dynamique*

Reprend et développe le concept de "émanation" qui est à la base du taoïsme, affirmant que la création du monde résulte d'émanations, assez proches du concept de "créations", auquel cas les émanations sont attribuées à quelque chose d'absolu et unique de laquelle émane l'univers.

Pour Platon, l'univers est imparfait car au fur et à mesure que les émanations s'éloignent de leur source parfaite, leur divinité diminue comme les ondes faites par une pierre qui tombe dans l'eau diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point de chute.

Va trop loin en assimilant la causalité à la créativité, négligeant l'aspect de simple productivité et reproductivité de l'effet par la cause.

### *Expérimentation*

Néglige l'expérimentation.

## **–412-323 Diogène**

### *Automatique*

L'autonomie, la liberté, l'impassibilité.

Un tonneau et une lanterne.

## **–408-365 De Cnide Eudoxe**

Néoplatonicien (–428-348).

Développe l'idée de double omniprésence de la sphère dont De Stagyre Aristote (–384-322) ne retiendra que l'omniprésence du mouvement circulaire constant.

Les orbites circulaires des Astres sont des grands cercles équatoriaux de sphères. Chaque sphère tourne autour d'un axe défini par deux pôles, lesquels sont solidaires d'une sphère tournant autour d'un autre axe incliné et ainsi de suite.

Chaque Astre est ainsi associé à une famille de sphères emboîtées les unes dans les autres, la dernière de la famille étant en contact avec la première de la famille suivante.

En ajustant les diamètres et les vitesses de rotation, il arrive à rendre compte des mouvements observés dans le ciel.

Son système comprend 27 sphères.

## –400

### –384-322 De Stagyre Aristote

Formé à l'Académie de Platon et fondateur du Lycée.

La logique d'Aristote a prévalu du celle d'Épicure (–342-270) et Lucretius Titus (–99-55) parcequ'elle était plus flatteuse pour l'homme en lui donnant comme place le centre de l'univers, servant à merveille les thèses et synthèses de D'Aquin Thomas (1225-1274).

Il fallut attendre 15 siècles, les ingénieurs siénois (1300-1400) et Da Vinci Léonard (1452-1519) pour changer les choses et remettre la méthode scientifique sur les bons rails.

#### *Causalité*

Envoie la science dans une impasse encore pire que celle de Platon.

Reprend les idées de son maître sur la causalité favorisant le raisonnement déductif des causes aux effets au détriment du raisonnement inductif des effets aux causes, limitant ainsi le raisonnement du particulier au général.

Définit quatre causes: matérielle, formelle, efficiente et finale.

Seule l'efficiente sera retenue par la science moderne.

Insiste sur le syllogisme qui permet de représenter l'emboîtement des idées, le passage de cas particuliers à des propositions générales.

#### *Mathématiques*

– 330: "*Les catégories*"

Néglige l'arithmétique et la géométrie au détriment de la logique, ainsi que l'expérimentation pour vérifier ses idées.

Conçoit son système de sphères pour expliquer le mouvement des planètes: 70 sphères emboîtées.

#### *Univers*

Expose sa théorie de l'univers dans "*Les catégories*" et "*La physique*" en n'utilisant que la notion de place (topos) et donc sa théorie de l'univers n'est qu'une théorie de la place, c'est-à-dire une théorie des positions dans l'espace.

Les théories de Platon et de Démocrite sont donc inacceptables dans la théorie de la pensée d'Aristote.

### – 335: *Fondation du Lycée*

Expose sa théorie de l'espace dans "Les catégories" et "La physique" en n'utilisant que la notion de place (topos) et donc sa théorie de l'espace n'est qu'une théorie de la place, c'est-à-dire une théorie des positions dans l'espace. Les théories de Platon et de Démocrite sont donc inacceptables dans la théorie de la pensée d'Aristote.

#### *Débat*

Grand débat philosophique entre platonicien (–420-391) et aristotéliens (–384-322):

**Platon:** *"L'esprit a une existence indépendante du corps et sert uniquement comme une adjonction temporaire au corps durant la vie de la personne." (non systémique).*

**Aristote:** *"L'esprit est une partie inséparable du corps, une partie qui vit et meurt avec lui, comme tout autre organe." (systémique).*

La position d'Aristote sera reprise par St Augustin (354-430): *"L'âme et le corps ne font qu'un." (systémique).*

### –371-287 **Théophraste**

Formé à l'école de Platon (–420-391), il prend la tête du Lycée, l'école péripathéticienne, pour 36 ans jusqu'à sa mort, après la fuite d'Aristote (–384-322).

### –370-300 **De Cyzique Callipe**

Néoplatonicien (Platon –428-348).

Prolonge le travail de De Cnide Eudoxe (–408-365) en ajoutant à son système deux sphères pour la Lune et deux pour le Soleil et encore une pour Mercure, pour Vénus et pour Mars, ce qui donne un système solaire composé de 34 sphères au lieu des 27 du système de De Cnide Eudoxe (–408-365).

### –342-270 **Epicure**

#### *Atome*

Soutient la théorie de Démocrite (– 460-370) selon laquelle tout ce qui existe est composé d'atomes indivisibles.

Les atomes se meuvent aléatoirement dans le vide et peuvent se combiner pour former des agrégats de matière, l'esprit n'étant que l'un particulier de ces agrégats.



– 290: "*Lettre à Hérodote*"

Explique métaphoriquement la physique à Hérodote (– 484-425).

### –335-269 De Lampsacus Strato

Troisième directeur du Lycée après la mort de Théophraste (–371-287)

#### *Existence du vide*

Contrairement à Aristote qui affirmait l'impossibilité du vide

Révisé les conceptions aristotéliennes qui identifiaient espace et place, et le définissaient comme la frontière adjacente du corps contenu.

### –325-265 Euclide

#### *Mathématiques*

Premier mathématicien occidental.

– 300: "*Les éléments*"

Premier ouvrage de mathématiques occidental.

Théorie des nombres, géométrie plane et géométrie spatiale.

### –310-230 De Samos Aristarque

*"Le rapport de la distance du soleil à la terre à la distance de la lune à la terre se ramène à celle de l'angle lorsque la lune apparaît exactement comme un demi-cercle."*

*"distance lune-terre / distance soleil-terre = cos(angle mesuré)"*

## –300

### –287-212 Archimède de Syracuse

#### *Mathématiques*

Développe les idées d'Euclide pour fournir des bases valables jusqu'à Galilée.

Trouve la valeur de pi.

Invente le système à base dix pour représenter les grands nombres.

Invente un calcul différentiel et intégral qui ne sera redécouvert indépendamment que par Newton (1642-1726) et Leibniz (1646-1716).

– 250: *"De spirales"*

Une merveille de géométrie tridimensionnelle.

**–200**

**–100**

**–100 Chinois**

*–100: Dericks en bambou pour gaz et sel*

**–100-0 D'Alexandrie Héron**

*–50: Régulateurs d'abreuvoirs*

*–40: Pantographe mécanique*

Extériorise le principe des proportions dans un instrument.

**–99-55 Lucretius Titus**

Disciple de Epicure (– 342-370).

*–60: "De rerum natura"*

Seul ouvrage connu de Lucretius Titus.

Influence profonde sur De Vinci Léonard (1452-1519) et Machiavel Niccolo (1469-1527), qui en avaient chacun un exemplaire dans leur bibliothèque.

***Atome***

Théorie atomique et cosmologique de l'univers, de l'infiniment petit à l'infiniment grand.

### **Vide**

De Stagyre Aristote (-384-322) niait l'existence du vide en raison de l'impossibilité qui en résulterait pour le mouvement. Lucretius Titus affirme le contraire en disant que le mouvement n'est possible que si le vide existe.

*"Il existe un espace intangible et vide de toute matière: le vide. S'il n'existait pas, aucun mouvement ne pourrait se produire car l'effet propre de la matière de résister se produirait toujours et partout."*

*"La compréhension de la nature nécessite deux éléments essentiels: la matière et le vide, qui constitue l'espace à travers lequel les corps se meuvent".*

### **Force**

*"Le vide absolu ne peut ni en aucune de ses parties ni à aucun instant subir la pression d'un corps sans lui céder et cela à l'infini comme l'exige la nature. Ainsi, placés dans le serene inertie du vide, les corps, en dépit de leur différence de poids, sont toujours nécessairement emportés avec la même accélération. Les plus lourds ne pourront donc tomber sur les plus légers".*

### **Infini**

Contrairement à De Stagyre Aristote (-384-322), Lucretius affirme que l'espace est infini.

*"L'espace existant s'étend à l'infini en tous les sens. Sinon, il devrait aboutir à une extrémité. Et pour avoir une extrémité, il faut qu'un espace soit inclus dans un au-delà délimité par un point limite. Franchi ce point, On peut donc refaire le raisonnement et il faut admettre que l'espace n'a pas d'extrémité, pas de limite. Et quel que soit le lieu où on se place, le tout nous échappe, s'étend infiniment et également en tous sens".*

### **Univers**

Conçoit l'univers comme un réceptacle infini pour les corps, un peu comme Archytas de Tarente (-435-347).

*"L'univers est sans fin et sans limite et il importe peu dans laquelle de ses régions on ait pris place puisqu'elle laisse l'univers aussi infini qu'avant dans toutes les directions."*

*"De cette position on peut toujours **tendre une main** sans qu'elle ne soit contrainte par quoi que ce soit. L'univers s'étend donc sans fin."*

## **-80-+15 Vitruvius Marcus Pollio**

0: *"De architectura libri decem"*

Dédié à l'empereur Auguste.

Ne sera repris et amélioré qu'en 1452 par Alberti Leon Battista (1404-1472) dans "*De re edificatoria*".

### **-64-+17 Lives Tites**

A la base de Padova où il naquit et mourut.

0000: "*Ad urbe condita*" ("*Au sujet de la fondation*", *Histoire de Rome*)

Livre qui a fortement influencé Alighieri Dante (1265-1321), De Vinci Léonard (1452-1519) et Machiavel Niccolo (1469-1527).

### **-54-+39 Seneca Le Vieux**

Histoire de la chute de Rome et art de l'usage de l'analogie et de la métaphore en rhétorique, plaidoirie et négociation.

63: "*Oratorum et rhetorum sententiae, divisiones, colores*" (11 livres)

### **-4-+65 Seneca Le Jeune**

Stoïcien ennemi juré de Caligula (12-41), inspirateur de Montaigne (1533-1592).

63: "*Naturales questiones*" (7 livres)

## **0**

### **0-50 D'Alexandrie Ktesibios**

40: *Horloge à eau*

## **100**

### **101-170 Ptolémée**

Améliore nettement le système des mouvements circulaires d'Aristote (-384-322) allant même jusqu'à en donner une formulation mathématique.

150: "*Mathematike syntaxis*" ("*Almagest*", *histoire*)

Une merveille de géométrie tridimensionnelle

150: "*Geographia*" (*géographie*)

Mesure des distances et des surfaces.

150: "*Tôn apotelesmatikôn*" (*astronomie*).

150: "*Harmonici*" (*musique*).

### *Univers*

Ayant remarqué que l'éclat de Mars et de Jupiter varie au cours du temps, et que cette variation ne saurait être attribuée aux planètes puisqu'elles sont réputées immuables depuis Aristote, il conclut que les planètes se rapprochent et s'éloignent de la terre.

En outre, elles marquent des stationnements et des rétrogradation.

Il reprend donc des théories anciennes proposant que les planètes ont un mouvement composite de deux cercles, pouvant présenter des boucles: la planète est entraînée sur un petit cercle dont le centre parcourt un grand cercle, ce qui permet de reproduire dans une certaine mesure les stationnements et rétrogradation observés.

Contrairement à Aristote ce n'est plus la planète elle-même qui est le centre du mouvement mais un point abstrait, le centre du petit, qui tourne lui-même selon le grand cercle.

Pour Ptolémée, l'univers à un centre, la Terre, et tous les phénomènes astronomiques sont décrits autour de ce centre, liés à ce centre.

Sous l'influence des idées d'Aristote, il essaie ensuite diverses constructions pour que son système fasse tourner le centre du petit cercle à une vitesse constante sur le grand cercle mais il s'agit en fait d'une vitesse angulaire constante autour d'un autre point fictif, le "point équivalent", situé symétriquement à la terre par rapport au centre du grand cercle, et non d'une vitesse linéaire constante.

Copernic Nicolas (1473-1543) décentrera l'univers en faisant tourner la Terre sur un cercle autour du Soleil.

Kepler Johannes (1571-1630), utilisant les mesures de Brahe Tycho (1546-1601) découvre que le cercle est en fait une ellipse et que le Soleil est au foyer d'une ellipse et non au centre d'un cercle.

### **121-180 Aurelius Marcus**

175: "*Pensées pour moi-même*"

**129-201 Galien**

Invente la médecine.

**200****201-280 Diophante**

Etudie les équations (en nombre entiers seulement).

Première idée, généraliser l'arithmétique à l'algèbre où les opérations sont menées non seulement sur des nombres connus mais également sur des nombres inconnus, c'est-à-dire sur des nombres dont la valeur est *momentanément* considérée comme inconnue.

La deuxième idée est que deux opérations permettent de résoudre une équation:

- la transposition (al jabr), opération par laquelle on fait passer une quantité d'un côté à l'autre du signe égal: si  $x$  et  $y$  font  $z$ , en transposant  $y$  je peux dire que  $x$  est égal à  $z$  dont je soustais  $y$ ;
- la réduction (al muqabala): si  $x$  et  $y$  font  $z$  et  $y$ , alors je peux réduire les termes semblables,  $y$  d'un côté et  $y$  de l'autre côté du signe égal, et dire que  $x$  est égal à  $z$ .

**220-265 Ma Jun**

*250: Chariot pointant*

Chariot indiquant toujours le sud, doté d'un différentiel mais n'utilisant pas le magnétisme.

**300****350-400 De Byzance Phylon**

*375: Lampe à huile*

**354-430 D'Hippone Augustin**

*400: "Les confessions"*

**Temps:**

*"Si rien ne se passait, il n'y aurait point de temps passé, il n'y aurait point de temps à venir. Et si rien n'était, il n'y aurait point de temps présent".*

Cette notion du temps est celle de la continuité mathématique.

*"Le temps n'est pas seulement le mouvement des corps (Aristote) car si les corps se meuvent diversement ils demeurent aussi immobiles et il s'écoule aussi un temps lorsqu'ils cessent de se mouvoir".*

## 400

### 458-538 Damascius

Le dernier des néoplatoniciens.

499: *"Peri arithmou kai topou kai chronou"*

Les trois degrés de liberté d'un corps complexe sont opposés à ses degrés de liberté interne.

L'espace est aussi différent de la position que le temps l'est du mouvement: tout comme le temps est une mesure du mouvement, l'espace est une mesure de la position.

La position est inséparable de l'objet, même s'il est en mouvement. La position n'est pas transférable d'un objet à un autre, contrairement à la place naturelle d'Aristote.

La position d'un corps en mouvement cesse d'exister quand le corps change de position.

### 476-550 Aryabhatia

499: *"Aryabhatia"*

**499: Notation numérique positionnelle**

### 490-570 Philoponus Jean

Commentateur d'Aristote (–384-322).

Précurseur de la théorie de l'impetus, une qualité inhérente au corps et non à l'espace, point de départ de la dynamique moderne de Galilei Galileo (1564-1642).

*"La nature de l'espace est celle d'un volume tridimensionnel incorporel étendu en longueur, largeur et hauteur, différent du corps matériel qui y est inclus".*

*"L'espace n'est pas la surface limitante. C'est un certain intervalle mesurable en trois dimensions, incorporel par nature et différent du corps qui y est inclus. L'espace et le vide sont donc identiques."*

*"Tout comme la matière peut recevoir successivement une forme après une autre, une section d'espace peut être occupée successivement par un corps après un autre, l'espace lui-même demeurant immobile".*

*"L'espace ne peut être une cause de mouvement, obligeant un corps à se déplacer dans sa position naturelle. Il est ridicule de prétendre que l'espace possède un pouvoir inhérent de la sorte."*

**500**

**600**

**700**

### **780-850 Al Khwarizmi Musa**

Reprend les idées de Diophante (200-280) en y ajoutant la numérotation indienne.

825: "*Kitab al djabr wal muqabala*" (*Livre du djabr et du muqabala*)

Traité de résolution des équations diophantiennes.

**800**

### **858-929 Al Battani**

Généralise la géométrie plane de Aryabhatia (476-550) à la sphère.

901: "*Kittab al Zidj*" (*Livre astronomique*)

**900**

### **980-1'037 Avicene Ibn Sina**

Reprend les idées d'Aristote et s'interroge sur les relations entre les sciences.



## **990-1'051' Bi Sheng**

*1'030: Caractères d'imprimerie mobiles en céramique*

## **1'000**

### **1'029-1'087 Al Zarkali**

*1'050: Astolabe améliorée*

## **1'100**

### **1'136-1'206 Al Zajari Ismael**

*1'190: Pompe à chaîne élévatrice alimentée par roue hydraulique*

*1'199: Pompe aspirante à piston à double action à clapet*

### **1'170-1'250 Fibonacci Leonardo**

S'intéresse aux problèmes de croissance des végétaux par branchements ainsi que la croissance des populations de lapins, donnant une séquence génération par génération

*1'202: "Liber abaci"*

Introduit les chiffres et nombres indo-arabes en occident mais a de la peine à imposer le zéro aux banquiers.

*1'220: "Practica geometriae"*

Décrit les progressions géométriques.

### **1'175-1'253 Grosseteste Robert**

*1'202: "De sphaera"*

Tout élément flexible ou liquide a par nécessité une surface sphérique contrairement aux cinq polyèdres réguliers de Platon.

*1'205: "De luce"*

La sphère est la figure dominante de la nature car elle correspond au mode d'expansion de la lumière.

### **1'195-1'275 De Maricourt Pierre**

*1'269: "Epistola de magnete"*

Premier traité sur les aimants et la métallurgie.

Modèle inductif basé sur des expériences déterminant les lois fondamentales du magnétisme, attraction et répulsion.

Polarité des aimants, en introduisant pour la première fois le mot "pole" dans ce contexte, expliquant comment les poles positifs et négatifs interagissent.

Améliore la boussole.

*1'270: Compas magnétique numérique*

## **1'200**

### **1'201-1'250 De Honnecourt Villard**

- Dualité: couple, combat corps-corps, duel, tournoi.
- Plan des corps animaux des insectes aux mammifères.
  - Similitude oiseau-ours.
  - Similitude crustacé-armure articulée.
  - Similitude corps humain-cathédrale.
- Croissance des plantes par bourgeonnement.
- Centre de gravité et symétries bras et jambes du corps humain autour du centre de gravité.
- Cyclicité du galop du cheval représentée comme un rayonnement à 8 rayons au bout de chacun desquels se trouve un sabot et dont le moyeu est au centre de gravité du couple cheval-cavalier.
  - Oiseau mécanique.

### **1'200-1'280 Le Grand Albert**

Prépare le terrain pour d'Aquin en commençant un mélange de science et de religion, tenant compte également d'idées arabes et perses.

### **1'219-1'292 Bacon Roger**

Disciple de Pierre de Maricourt.

Langue et science ne font qu'un.

Science et religion ne font pas qu'un ni ne peuvent résulter d'une fusion.

"Le raisonnement ne prouve rien. Tout dépend de l'expérience".

### **1'225-1'274 D'Aquin Thomas**

La science est possible sans révélation divine, bien qu'elle puisse parfois intervenir.

Avec Albert le grand (1'200-1'280) il concocte un mélange de science et de religion: la scholastique, une fusion de compromis.

Base intangible de toutes les universités européennes pour environ trois siècles.

### **1'265-1'321 Alighieri Dante**

"Au milieu du chemin de nos vies, je me suis retrouvé dans une forêt obscure où le chemin direct avait disparu".

*1'304-1'307: "L'enfer"*

*1'308-1'313: "Le purgatoire"*

*1'316-1'321: "Le paradis"*

"C'est moi, Béatrice, qui te fais avancer. Amour émouvant qui te fais parler".

### **1'299-1'369 D'Autrécourt Nicolas**

"Au milieu du chemin de nos vies, je me suis retrouvé dans une forêt obscure où le chemin direct avait disparu".

*1'304-1'307: "L'enfer"*

### **1'270-1'326 Dei Luzzi Mondino**

*1'316: Dissection humaine*

*1'316: "Anathomia"*

### **1'290-1'365 De Mures Johannes**

Analyse les concepts de "existence" et de "essence".

Etudie la multiplication et la division d'entités possédant différentes essences.

### **1'292-1'363 Buridan Jean**

*1'350: Concept d'impetus*

Constatant que lorsqu'une flèche est partie, elle n'est plus influencée par aucun moteur, il en déduit que quand un corps est mis en mouvement, un "impetus est communiqué à l'objet par un moteur et c'est cet impetus qui accompagne l'objet, l'action du moteur ayant cessé.

Cette notion d'impetus est équivalente au concept de "force motrice" introduit par Leibniz 4 siècles plus tard.

## **1'300**

### **1'304-1'374 Petrarca Francesco**

Développeur de la bibliothèque de Florence avec Boccaccio Giovanni.

*1'356: "De vita solitaria"*

### **1'313-1'375 Boccaccio Giovanni**

Enfant illégitime, développeur de la bibliothèque de Florence avec Petrarca.

*1'348: "Le décameron"*

### **1'316-1'390 De Saxe Albert**

Développe une théorie de la pesanteur.

*1'380: "Qaestiones logicales"*

Invente la notion d'impetus pour expliquer le mouvement des corps solides.

Comprend que les éléments ne peuvent être construits à partir des cinq polyèdres réguliers platoniciens précisant que seuls le cube et l'octaèdre peuvent paver l'espace et composer par répétition un réseau dont les mailles ne laissent aucun vide.

### **1'325-1'382 Oresme Nicole**

*1'250: "Algorismus proportionum"*

Importance des proportions.

*1'275: "Tractatus de commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi"*

Précurseur de Galilée de deux siècles.

### **1'340-1'410 Hadai ben Abraham Crescas (קרשקש חסדאי)**

Savant juif de Catalogne (Barcelone).

Maître de Albo Joseph (1'380-1'444)

*1'400: "Or odonai" ("The light of the Lord")*

### **1'350-1'500 Ingegneri senesi**

*1'350: Homme volant avec des ailes*

*1'375: Homme avec parachute*

### **1'377-1'446 Brunelleschi Filippo**

Ami de Di Iacopo Mariano dit Taccola (1'382-1'453), ingénieur siénois.

***1'440: Coupole sans échafaudage****1'446-1'461: Basilique Santa Maria del Fiore*

Construction sans échafaudage, avec grue à tour centrale.

*1'361: Fin de la lanterne de la basilique*

Grue à tour intérieur-extérieur.

*1'472: Pose de la sphère en cuivre*

Fabriquée chez Verrochio où Léonard de Vinci travailla de 1'468 à 1'472.

**1'380-1'444 Albo Joseph (יוסף אלבן)**

Elève de Hadai ben Abraham Crescas (1'340-1'410)

*1'425: "Sefer ha-Ikkarim" ("Book of Principles")***1'381-1'458 Di Iacopo Mariano (Taccola)**

Ingénieur siennois ami de Brunelleschi Filippo (1'377-1'446).

*1'420: "De motori"**1'440: "De macchinae"***1'397-1'482 Toscanelli Paolo dal Pozzo**

Astronome, mathématicien et géographe, ami de Brunelleschi à qui il enseigna les maths.

**1'400****1'400-1'469 Di Pietro Averlino Antonio (Filarete)***1'464: "Libro architettonico"*

Insiste sur l'analogie humaine.

*"Vous verrez qu'elle doit manger pour vivre, exactement comme un homme. Et qu'elle tombe malade et meurt, ou parfois est soignée de sa maladie par un bon docteur."*

### **1'400-1'468 Gutenberg Johannes**

*1'448: Introduction des caractères mobiles alphabétiques*

*1'451: "Grammaire latine"*

*1'452: "Bible"*

### **1'404-1'472 Alberti Leon Battista**

*1'435: Approche bottom-up (inside-out)*

*1'435: "De pictura"*

*"Commencez par dessiner les os, puis ajoutez les tendons et les muscles et finalement habillez les tendons et les muscles avec de la chair et de la peau."*

*1'450: "De statua"*

*1'450: Anémomètre à palettes verticales mobiles*

*1'452: "De re edificatoria" (10 livres)*

Premier ouvrage d'architecture de la renaissance après *"De architectura libri decem"* de Vitruvius Marcus Pollio (-80-+15).

Un ouvrage monumental sur l'histoire de la théorie et de la pratique architecturale, tant du passé romain que du futur.

### **1'405-1'475 Valturio Roberto**

*1'472: "De re militari"*

Premier ouvrage d'ingénierie militaire.

### **1'41'5-1'492 Di Benedetto Piero delle Francesca**

*1'450: "De perspectiva pingendi"*

Géométrie solide et perspective.

Sphère, cylindres, paraboles.

### **1'439-1'501 Di Giorgio Martini Francesco**

Ingénieur siénois.

Enorme constructeur.

Insiste sur l'analogie entre les proportions architecturales et les proportions humaines, dans la droite ligne de Filarete (1'400-1'469).

*1'478: "Trattato di architettura, ingniera civile e arte militare"*

Ajoute des dessins aux textes.

### **1'439-1'513 Hua Sui**

*1'490: Caractères d'imprimerie mobiles en bronze*

### **1'440-1'500 Benedetto da Firenze**

*1'463: "Trattato di pratica d'arismetica"*

Précurseur de Pacioli.

### **1'444-1'514 Bramante Donato**

Ami de Da Vinci Leonardo à Milan.

*1'472: "De re militari"*

Premier ouvrage d'ingégnérie militaire.

### **1'445-1'517 Pacioli Luca**



*1'494: "Summa de arithmetica, geometria, proporzioni e proporzionalità", Venise*

Décrit la comptabilité en partie double, ce qui donne un sens aux nombres négatifs (qui ne signifiaient rien auparavant).

*1'496: Arrivée à la Cour des Sforza à Milan*

Rencontre et amitié avec Léonard de Vinci.

*1'498: "Divina proportione"*

*"Du corps humain découlent toutes les mesures et leur dénominations et en elles on peut trouver tous les rapports et proportions par lesquels Dieu révèle les secrets les plus profonds de la nature."*

Les polyèdres de Platon y sont illustrés par Léonard de Vinci.

### **1'450-1'500 Da Ferrara Giacomo Andrea**

Meilleur ami de Léonard à Milan.

Participa à l'élaboration de l'Homme de Vitruve avec Léonard, qui apparaît dans sa copie personnelle *"Une illustration complète de Vitruve"*.

### **1'452-1'519 Da Vinci Leonardo**

*1'468-1'472: Apprentissage chez Verrochio (16-20 ans)*

Assimile les idées de Brunelleschi et des ingénieurs Siénois.

*1'472: Pose de la sphère de cuivre de Santa Maria del Fiore (20 ans)*

Fabriquée chez Verrochio où Léonard travaillait.

*1'475: Chute des corps (23 ans)*

Prend le contrepied d'Aristote en affirmant que ce n'est pas une main invisible et divine qui provoque le mouvement: "Rien ne peut se mouvoir par soi-même. Tout corps a un poids dans la direction du mouvement".

La matière a donc une tendance à se mouvoir dans une certaine direction à moins qu'elle ne soit arrêtée. Cette idée est celle d'inertie que Galilée et Newton développeront.

Développe une connaissance intuitive de la loi décrivant la vitesse de chute des corps.

Cette connaissance sera formulée mathématiquement en 1'642 par Evangelista Torricelli (1'608-1'647) - un élève de Galileo Galilei (1'564-1'642).

*1'476: Procès (24 ans)*

Procès en homosexualité qui le marquera pour le restant de ses jours.

*1'482: Départ pour Milan (30 ans)*

Lettre à Ludovic Sforza montrant ses compétences.

***1'490: L'homme de Vitruve***

Cercle et carré à la fois, mais avec le centre du cercle au nombril et le centre du carré au sexe, contrairement à Vitruve pour qui les deux centres étaient superposés (et une description littéraire, sans dessin).

***1'495: Lumière***

*"Si on ouvre les yeux, on voit en même temps sa main et le soleil. Tout ce qui est dans le champ de vision apparaît instantanément. Il est donc impossible qu'un esprit visuel émanant de l'œil existe: ses émanations sortant de l'œil atteindraient forcément la main avant le soleil."*

*1'496: Rencontre avec Pacioli qui arrive à la Cour des Sforza à Milan*

Amitié profonde.

*1'499: Départ de Milan pour Venise avec Pacioli*

Etudes hydrauliques.

Analyse l'énergie produite par les chutes d'eau tombant de 4 hauteurs différentes et formule verbalement le théorème fondamental de l'hydrodynamique.

Ce théorème qui sera formulé mathématiquement en 1'738 par Daniel Bernouilli (1'700-1'782).

*1'501: Retour à Florence*

Marqué par un petit passage entre 1'501 et 1'503 chez les Montefeltro pour César Borgia.

Etude de la géométrie.

*1'505: 53 ans, rencontre avec Machiavel, 36 ans.*

*1'506: Retour à Milan*

Ingénieur en chef du Gouverneur français Charles d'Amboise et études anatomiques.

Les quatre puissance fondamentales de la nature: mouvement, force, inertie, rigidité.

Energie potentielle et énergie cinétique.

*1'507, 1'509, 1'510: Trois procès*

Succession avec ses frères.

*1'510: Traité d'anatomie*

Muscles comme lignes de force, ligaments comme des cables et cartilages comme des amortisseurs et des lubrificateurs.

*1'513: Départ pour Rome (61 ans)*

Assèchement des marais pontins, travaux hydrauliques et port de Civitavecchia.

Analyse de fossiles.

*1'515: Lion robot pour François 1er (63 ans)*

Robot marchant, rugissant, se levant sur ses pattes arrière, sa poitrine s'ouvrant pour offrir un lys à François 1<sup>er</sup>.

*1'516: Départ pour Blois (63 ans)*

Machines.

*"Si une barre droite est tordue, il est nécessaire que sa partie convexe devienne plus fine et sa partie concave plus épaisse. Cette modification est pyramidale et par conséquence il n'y a pas de modification au milieu de la barre. Vous découvrirez, si vous considérez les modifications ci-dessus que si vous prenez une partie externe au milieu et que vous comparez à une partie interne, les lignes ont augmenté autant sur la partie externe qu'elles ont diminué sur la partie interne. Le centre est devenu comme le fléau d'une balance des deux côtés." (Codex Madrid).*

*1'519: Codes atlanticus*

### **1'462-1'520 Masini Tomaso di Giovanni**

Collaborateur mécanicien de Léonard.

A volé avec un ornitoptère conçu par Léonard à Fiesole avant de s'écraser après 1'000 mètres.

### **1'463-1'494 Pico della Mirandola Giovanni**

Un des premiers encyclopédistes du monde moderne.

Importance de la recherche du savoir pour l'homme qui doit forger son propre destin, selon sa propre volonté, puisqu'il n'est ni un animal ni un ange.

*1'486: "Oratio de hominis dignitate"*

Ses thèses seront reprises par Pascal Blaise (1'623-1'662) qui affirmera que l'homme n'est ni bête ni ange et que sa position est un point intermédiaire oscillant entre ces deux extrêmes, qui permet de choisir lequel être, selon sa volonté, ce qui en fait toute la grandeur.

### **1'466-1'536 Erasme Didier**

*1'509: "The praise of folly"*

*1'516: "The education of a christian prince"*

*1'524: "The freedom of will"*

### **1'469-1'527 Machiavelli Nicolo**

*1'502: "Discorso sopra la provisione del denaro"*

*1'505: 36 ans, rencontre avec Léonard, 53 ans.*

*1'513: "Le prince"*

*1'520: "L'art de la guerre"*

### **1'469-1'524 Widman Johan**

*1'489: Introduction des signes "+" et "-" pour l'addition et la soustraction.*

### **1'473-1'543 Copernic Nicolas**

Découverte de l'héliocentrisme: la terre tourne autour du soleil et non le contraire comme le prétendait Aristote.

Travaille pendant trente ans sans ne rien dire ni publier de peur de risquer sa vie.

La distance terre-soleil est ridicule par rapport à la distance terre-étoiles.

La rotation de la terre autour de son axe explique le mouvement des étoiles.

Cycle annuel du à la rotation de la terre autour du soleil.

*1'543: "De revolutionibus orbium coelestium"*

Juste avant sa mort publie son livre qui sera à son chevet: "Le soleil est le centre de l'univers et non la terre son centre immobile".

Une victoire de la science sur la religion.

### **1'499-1'557 Tartaglia Niccolo**

Explique comment les objets peuvent suivre d'autres trajectoires que des droites et des cercles.

## **1'500**

### **1'510-1'558 Recorde Robert**

Introduit le signe égal.

### **1'514-1'604 Vésale André**

*1'543: "De humani corporis fabrica"*

Fondateur de la médecine moderne.

### **1'540-1'603 Viète François**

A l'idée de remplacer les constantes par des lettres, les inconnues par d'autres lettres.

### **1'544-1'603 Gilbert William**

La terre est un gros aimant.

*1'600: "De Magnete, Magnetisque Corporoibus"*

S'intéresse aux interactions entre aimants.

Il identifie l'interaction magnétique sous le terme "vis magnetica" et l'interaction électrique sous le terme "vis electrica".

Constatant que certains corps peuvent être électrisés par frottements, il distingue magnétisme et électricité statique.

### **1'546-1'601 Brahe Tycho**

*1'588: "De mundi aetherei recentioribus phaenomenis"*

Met en doute le géocentrisme sans adopter totalement celui radical de Copernic et la fixité du monde supralunaire d'Aristote.

### **1'548-1'600 Giordano Bruno**

Révolutionnaire et génial, inspirateur de Heisenberg (1'901-1'976) et Einstein (1'879-1'955).

*1'584: "De l'infinito universo et mundi"*

Tout l'univers est interconnecté à un niveau particulière (Superstring theory).

Qu'est-ce que la matière?

Qu'est-ce qu'une force?

Qu'est-ce que l'énergie?

Qu'est-ce que l'infini?

Sera brûlé pour avoir posé ces questions: le premier vrai martyr de la science par la religion.

### **1'560-1'620 Le Nautonier Guillaume**

Comprend que le géomagnétisme ne correspondant pas aux pôles de rotation de la terre: il y a une déclinaison et une variation temporelle du champ magnétique de la terre.

En une position à la surface de la terre, une représentation complète du champ magnétique de la terre nécessite une valence composée de trois essences.

Elle peuvent être cartésiennes (nord, est et bas) ou sphériques (déclinaison, inclinaison et intensité).

Dans ce dernier référentiel, la déclinaison, la déviation par rapport au pôle géographique, un angle horizontal, doit être mesurée en premier pour établir la direction du pôle magnétique.

Ensuite l'inclinaison, l'angle entre l'horizontale et le pôle magnétique, un angle vertical, peut être mesuré par rapport au pôle magnétique.

L'intensité ne sera bien comprise et mesurée qu'en 1791 grâce à l'avance des connaissances en électromagnétisme.

*1601: "Mécométrie de l'eymant"*

### **1561-1626 Bacon Francis**

*1620: "Instauratio magna scientiarum"*

Formalise la méthode scientifique

### **1564-1642 Galileo Galilei**

Professeur de mathématiques à Padova en Vénétie.

#### ***Travail***

*"Dans un levier ou un palan, ce qui est perdu en force est gagné en déplacement, et réciproquement."*

*1590: "De motu"*

Publication des résultats de ses expériences sur la chute libre des corps à la tour de Pise.

*1600: "Le mecaniche"*

Développe la méthode de la coupure fictive des barres et des poutres pour comprendre les forces intérieures.

*1610: "Siderus nuncius"*

Les 4 lunes de Jupiter découvertes à Venise.

*1610: Retour à Florence pour Cosimo de Medicis à qui il avait donné des leçons.*

Rencontre avec Salviati.

S'intéresse au feu et à la chaleur et invente en 1606 le thermomètre, puisqu'il avait des graduations, un instrument pour observer les écarts de température entre différents endroits (mais pas des températures absolues).

1'612: "*Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua, o che in quella si muovono*"

1'623: "*Il saggiaiore*"

Premier livre sur la structure profonde de la matière vers l'infiniment petit depuis "*De rerum natura*" de Lucretius (- 99-55).

1'632: "*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*"

Cinq ans de travail. Salviati, le copernicien, Simplicio, l'aristotélien et Sagredo, le neutre curieux de comprendre.

1'638: "*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*"

### *Causalité*

"Les mathématiques sont le paradis de la science."

La première science est l'étude des macro propriétés de la matière. Après avoir analysé les micros propriétés de la matière au niveau atomique dans "*Il saggiaiore*", il s'attaque aux propriétés à large échelle de la matière. Il étudie la résistance des matériaux, en particulier des métaux. L'élasticité et la viscosité sont étudiées expérimentalement et il établit des conclusions sur les limites de la taille et des proportions des différents matériaux.

Propose des généralisations qui seront reprises par les ingénieurs de la révolution industrielle et la mécanique des milieux continus.

La seconde science concerne le mouvement des corps, la dynamique, préparant le terrain pour Newton (1'643-1'727).

Raffine le concept de "inertie": un corps en mouvement libre se déplace en ligne droite à vitesse constante.

Il distingue clairement deux notions cinématiques, la vitesse et l'accélération, deux concepts qu'il rend donc dorénavant mesurables.

Dans "*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*" (1'638), contrairement à Kepler, qui arrive à ses conclusions en observant des objets très lointains, il rejette toute hypothèse sur la nature de la force elle-même, sur sa véritable essence, et se met à étudier le comportement des objets soumis à une force principalement constante:

*"Diverses hypothèses ont été émises sur la cause de l'accélération naturelle des objets. Certains l'expliquent par une attraction vers le centre, d'autres par une répulsion entre les parties, d'autres encore à une pression dans l'environnement qui se referme derrière l'objet et le propulse d'une position à une autres. Toutes ces hypothèses doivent être considérées mais l'important est ailleurs. Ce qui compte c'est d'étudier et de démontrer certaines des propriétés du mouvement accéléré qu'elle qu'en soit la cause."*



En fait, Galilée va chercher une formulation exacte de la notion intuitive de force.

Léonard de Vinci (1'452-1'519) avait très bien compris le concept d'impulsion et d'énergie cinétique qu'il appelait "*forza*":

*"Je définis la force comme un agent incorporel, une puissance invisible, qui par le moyen d'une pression externe résultant du mouvement accumulé et diffusé dans les corps, les détourne de leur comportement naturel, leur imposant une vie active de puissance merveilleuse et contraignant toute chose créée à changer de forme et de position".*

Au début, Galilée ne distingue pas clairement les concepts de force, d'impulsion et d'énergie et utilise indifféremment des mots comme "*forza*", "*sforzo*", "*potenza*", "*potere*", "*virtu*", "*possenza*", "*momento dell potenza*", "*lavoro*", etc. pour parler de la force.

Comme l'a décrit Piaget Jean (1'896-1'951) la formation du concept de force chez l'enfant est le conforme à celle observée dans la science: alors que l'idée de force est extraite de l'expérience interne et suivie d'une prise de conscience par l'adulte, l'enfant semble attribuer des forces aux objets de son environnement avant de trouver le "soi", le "égo", le "self", de sa propre force:

*"Dans les stades précoces de l'ignorance de son propre égo le monde de l'enfant est peuplé de forces matérielles et vivantes dont le bon sens de l'adulte serait étonné. Aux stades suivants, quand l'enfant prend graduellement conscience de son monde interne et de la spécificité de son égo, le dynamisme est remplacé par une conception plus mécanique du monde."*

Quand il compare la force musculaire ("*impulsion imprimée*") à la force de gravité ("*le poids de la chose*") il constate que lorsqu'il jette un objet en l'air, la position arrêt la plus haute est un point où les forces sont en équilibre.

L'impulsion imposée par l'agent est graduellement consommée par la force opposée de la gravité.

S'il n'a pas encore une idée claire de la masse, il réduit déjà l'action d'une force à une augmentation graduelle de vitesse, à une accumulation d'incrémentes de vitesse, une idée possible seulement s'il possédait, au moins intuitivement, l'idée d'inertie.

Pour Galilée, une force est une séquence continue d'impulsions instantanées s'ajoutant, conçue comme une cause de l'accélération de l'objet et une action de l'extérieur et non une propriété interne du mobile, ce qui forme la base des première deux lois du mouvement de Newton.

### ***Relativité***

Le choix d'un point comme origine des repères dans l'espace est arbitraire. Aucun point de l'espace n'est privilégié pour servir d'origine à un système de coordonnées permettant de repérer le mouvement d'une entité.

**1'569-1'619 Lipperhey Hans**

***1'608: Téléscope moderne (canochiale)***

Premier brevet d'un telescope après avoir perfectionné les techniques verrières vénitiennes et florentines qu'utilisait.

Applications militaires et civiles.

Précurseur de ceux de Galilée.

**1'571-1'630 Kepler Johannes**

Assistant de Tycho Brahe.

***Inertie***

Introduit pour la première fois ce terme en science.

*"Vis inertia" (Force d'inertie).*

1'596: *"Mysterius cosmographicum"*

1'609: *"Astronomia nova"*

1'610: *"Tertius intervenis"*

Dans *"Mysterium cosmographicum"* (1'596) Kepler dit:

*"La lune suit ou plutôt est tirée par la terre (trahitur) là où et quand elle se déplace. Imaginons la terre au repos, et la lune ne trouverait jamais son chemin autour du soleil".*

Dans d'autres passages, il utilise le terme *"ame"* (*"anima"*) comme une métaphore pour exprimer l'immatérialité du principe qui gouverne les mouvements mutuels des corps célestes.

Il ne dispose donc pas encore d'un terme pour la notion de force dans *"De fundamentalis astrologiae certioribus"* (1'601):

*"La même raison qui a induit les anciens à supposer une troisième ame dans les planètes nous oblige à supposer une quatrième ame dans la terre".*

Dans une lettre du 28 mars 1'605, adressée à Herwart de Hohenburg, il conçoit la nature universelle de la force d'attraction qu'il considère comme une "passivité" plutôt qu'une "activité".

*"Si on place la terre immobile en une certaine place et qu'on met près d'elle une autre terre, la première deviendrait un corps pesant en relation avec la seconde et serait attirée par cette dernière tout comme une pierre est attirée par la terre. La gravité n'est pas une activité mais une passivité de la pierre qui est attirée."*

La réciprocité de l'attraction et l'approche mutuelle sont clairement exprimées dans une lettre du 11 octobre 1'605 adressée à David Fabricius, dans laquelle il dit que non seulement la pierre approche la terre mais aussi la terre approche la pierre.

L'attraction lunaire sur les océans fonctionne pour lui de la même manière que la gravité terrestre: elle est donc universelle, ce qu'il avait conçu avant Newton (1'643-1'727).

Dans une lettre du 10 novembre 1'608 à David Fabricius, il envisage les forces d'attraction exercées par la terre sur des pierres comme des lignes magnétiques (magnetic chains) approchant ainsi la conception d'une émanation magnétique de Gilbert.

*"Comment est-il possible qu'une boule jetée verticalement en l'air, avec la terre qui tourne en même temps, retombe à la même place de départ? La réponse est que non seulement la terre mais également les chaînes magnétiques invisibles par lesquelles la boule est attachée à la terre tournent, et elle est attachée à la terre par la ligne la plus courte, c'est-à-dire la verticale".*

Dans l'introduction de *"Astronomia nova"*, 1'609, il affirme que:

*"La vraie théorie de la gravitation est que la gravité est une interaction mutuelle entre les corps qui tend à les unir et à les conjoindre (tout comme l'interaction magnétique), car la terre attire la pierre plutôt que la pierre tend vers la terre. Même si on plaçait le centre de la terre au centre de l'univers, ce ne serait pas vers ce centre de l'univers que les corps célestes seraient attirés mais vers le centre du corps sphérique auquel ils sont reliés, c'est-à-dire vers le centre de la terre. Et ceci peu importe où la terre est transportée, c'est toujours vers elle que les corps pesants sont attirés, grâce à la faculté qui l'anime".*

*"Un point mathématique ne peut exercer une force d'attraction".*

Comme une force présuppose pour son activité l'existence d'un corps doté d'une "ame", sa source doit être un objet physique étendu "animé" de cette faculté. Kepler est donc d'accord avec Gilbert (1'544-1'603) qui affirme avec son ami Aaron Dowling dans *"De magnete, magnetesque corporibus et de magno magnete tellure"* en 1'600:

*"C'est dans les corps eux-mêmes que les forces agissantes résident, non dans l'espace et les intervalles. Mais penser que ces corps son oisifs ou prennent des vacances, alors que toutes les vertus de l'univers sont liées à ces corps qui orbitent, est aussi fou que penser que si on est dans la maison de quelqu'un ce sont le plancher, les murs et le plafond qui dirigent la famille et non l'attention du père et de la mère.*

*"La place n'a pas de force. Toute la puissance réside dans les corps".*

*"Car on voit que ces mouvements ont lieu dans l'espace et le temps, et que ces vertus émanent et diffusent à travers les espaces de l'univers, qui sont des concepts mathématiques. De cela il découle que ces vertus sont sujettes à d'autres nécessités mathématique."*

Avec l'élaboration progressive de ses lois des mouvements planétaires et sa reconnaissance que la vitesse est plus grande au périhélie et plus faible à l'aphélie, sa conviction devient plus

grande de jour en jour qu'une faculté immatérielle située dans le soleil est responsable de ces mouvements, une faculté mécanique plus que spirituelle.

Dans "*Eptitome astronomiae copernicae*", (1'618), il affirme que:

*"Cette faculté est une force (vis)"*

dans le sens mécanique du mot force bien que contenant encore quelques éléments spirituels.

Et il y développe aussi sa troisième loi des mouvements planétaires.

Dans sa conception de la dépendance de la vitesse planétaire à la distance il arrive à la conclusion que la cause de ce phénomène est de nature purement physique.

Kepler (1'571-1'630) a découvert dans les observations de son maître Brahé (1'546-1'601) que les planètes ne se déplacent pas à vitesse constante sur leur orbite et que la relation entre leur vitesse et leur distance au soleil, la seconde loi, le rayon joignant une planète au soleil recouvre des surfaces égales en des durées égales.

Cette seconde loi, découverte avant la première, n'est valable qu'aux apsides, quand le rayon est perpendiculaire à la tangente, où la vitesse d'une planète est inversement proportionnelle à sa distance au soleil.

La comparaison de cette idée à la relation mathématique qui est valable dans tout l'espace a mené Kepler à la conclusion que l'existence d'une force régulatrice et à attribuer les variations de la vitesse à une variation correspondante de leur liaison (une force).

Kepler discute aussitôt de la méthode scientifique en affirmant que:

*"Si deux phénomènes ont lieu simultanément et de la même manière, et s'ils manifestent toujours la même relation, c'est un axiome de la méthode scientifique que de considérer l'un d'eux comme une cause de l'autre ou de considérer les deux comme résultant de la même cause."*

Donc, si la diminution de vitesse est la cause de l'augmentation de distance et vice-versa, il est aussi possible que les deux aient une cause commune. Kepler imagine d'abord qu'une augmentation de la distance est la cause de la diminution de vitesse.

Non satisfait, il introduit un concept intermédiaire (une construction) et ceci est son concept de force.

L'introduction d'une force attractive comme cause des fluctuations de la vitesse des planètes est un procédé scientifiquement justifiable puisqu'il réduit le nombre de dépendances fonctionnelles à un seul agent.

Pour Kepler la force par laquelle le soleil attire les planètes était un fait établi physiquement et non un concept.

Comme la force n'avait selon lui qu'une existence immatérielle, sa présence ne pouvait être observée que par ses effets, qui à leur tour sous-tendent la relation mathématique entre la distance et la vitesse.

En outre, Kepler arrivant à l'idée de force par le changement des vitesses planétaires, considérait la force comme nécessaire pour maintenir le mouvement des planètes.

Kepler (1'571-1'630) connaissait les idées de Léonard (1'452-1'519) et de Copernic (1'473-1'543) mais pas celles de Galilée (1'564-1'642) sur l'inertie ni celles de Huygens (1'629-1'695) sur la force centripète, encore moins celles de Newton (1'643-1'727) sur l'accélération universelle et celles de Einstein (1'879-1'955) sur la relativité. Pour lui la force était toujours "propulsive" et non "centralement attractive".

Le principe d'action ne doit plus être dans l'agent lui-même. L'agent ne doit plus contenir en lui-même le principe de son mouvement comme le prétendait Aristote.

Mersenne (1'588-1'648), dans une lettre à Fermat Pierre (1'607-1'655) du 16 août 1'636, confirme l'idée de Kepler (1'571-1'630) selon laquelle l'existence d'une force d'attraction peut être inférée de la vitesse des astres faible à l'aphélie et grande à la périhélie, un fait indéniable:

*"Il semble probable et peut-être vrai que la gravité est une attraction mutuelle ou un désir naturel des corps de se réunir, comme c'est de manière évidente du fer et de l'aimant où, si l'aimant est immobilisé et le fer libre de se mouvoir, il tend à l'approcher; et si en revanche c'est le fer qui est immobilisé, c'est l'aimant qui va se rapprocher. Et si les deux sont libres de se mouvoir, ils vont s'approcher réciproquement de manière telle que le plus fort des deux prendra le chemin le plus court."*

### **1'576-1'626 De Caus Salomon**

S'intéresse aux grues et introduit le concept de "travail" comme le produit du poids, le produit d'une masse par une accélération, par la hauteur, ce qui permet de quantifier le "travail" d'un ouvrier qui élève un certain objet d'une certaine hauteur.

### **1'578-1'657 Harvey William**

*1'628: "Exercitatio anatomica de motus cordis et sanguinis in animalibus"*

#### *1'628: Circulation des fluides dans le corps*

Une pompe et un réseau circulaire, une circulation.

Une double circulation chez l'homme, le cœur étant une double pompe: par les poumons avec le cœur droit et par le corps avec le cœur gauche, le sang se déplaçant de la pompe gauche à la pompe droite en passant par les poumons et de la droite à la gauche en passant par le corps.

Le sang va vers la main par les artères et retourne au cœur par les veines, plus superficielles.

### **1'588-1'648 Mersenne Martin**

Père de Pascal Blaise et ami de Roberval.

### **1'588-1'651 Pacal Etienne**

Père de Pascal Blaise et ami de Roberval.

### **1'588-1'679 Hobbes Thomas**

La causalité.

*1'643: "De motu loco et tempore"*

La causalité physique.

*1'651: "Leviathan"*

La causalité économique et politique.

### **1'592-1'655 Gassendi Pierre**

*1'644: "Diquisito metaphysica"*

### **1'596-1'650 Descartes René**

Reprend l'hypothèse de Galilée que si la matière n'est soumise à aucune contrainte, elle se déplace en ligne droite à vitesse constante. Ce "mouvement libre" est aujourd'hui appelé "mouvement inertiel".

Il caractérise le mouvement de la matière par une quantité qui est conservée, sa "quantité de mouvement" qu'il définit comme le produit de la masse par la vitesse, la masse étant un concept incluant la taille et la forme de l'objet en mouvement.

Il introduit aussi un concept de "action" qui est le produit d'une force fois une distance (un poids soulevé d'une certaine hauteur, par exemple).

Il réalise que des essences dérivées existent, telle que la force:

"La force à laquelle je me réfère a toujours deux essences, et ce n'est pas la force qui résiste mais la masse qui a une seule essence".

"Une essence dérivée est une essence formée par la combinaison d'essences fondamentales.  
La force est une essence dérivée."

*1'637: "Géométrie"*

Ouvrage dans lequel il utilise un système complet de notations algébriques pour effectuer des calculs qui opèrent non seulement sur des nombres mais aussi sur des lettres.

*Univers*

Conçoit l'univers comme rempli d'une substance incompressible qui transmet presque instantanément la "pression" engendrée par les corps lumineux.

**1'600**

**1'601-1'665 De Fermat Pierre**

Développe une théorie des nombres et des probabilités.

Inventeur de la géométrie analytique avec Pascal, avec qui il correspondait.

Invente le principe de moindre temps et d'action en ligne droite.

L'étend au principe de moindre action, dit principe de Fermat.

**1'602-1'675 De Roberval Gilles Personne**

Père de Pascal Blaise et ami de Roberval.

**1'632-1'677 Bullialdus Ismaël**

Le premier à supposer une lois inverse au carré pour l'attraction des planètes alors que Kepler (1'571-1'630) supposait une relation simplement proportionnelle.

*1'657: "De lineis spiralibus"*

*1'682: "Opus novum ad arithmetica infinitorum"*

## 1'608-1'647 Torricelli Evangelista

Elève de Galileo (1'564-1'642) de 1'638 (agé de 30 ans) jusqu'à la mort de son Maître en 1'642.

### *1'640: Loi de dynamique des fluides*

Etablit que la loi mathématique qui lie la vitesse d'un fluide qui fuit d'un petit trou dans un conteneur est proportionnelle à la racine carrée de la profondeur d'eau, et donc que le débit est Proportionnel à la dite racine carrée de la hauteur à l'instant t.

Cette loi se révélera être un cas particulier de la loi de Bernouilly (1'700-1'782).

### *1'643: Baromètre à mercure*

A la suite de ses discussions avec Galilée sur les pompes à suction d'eau ne pouvant dépasser 10 mètres, introduit le concept de pression, valable aussi bien pour les liquides que pour les gaz, que Boyle qualifiera plus tard de "fluides élastiques".

Pascal a parlé d'une telle idée en 1'631 mais n'a jamais construit un tel appareil qui en outre produit un vide au-dessus de la colonne.

## 1'623-1'662 Pascal Blaise

### *1'642: Machine à calculer*

Machine à calculer en base 10.

*1'657: "De l'esprit géométrique"*

*1'665: "Traité du triangle arithmétique"*

Triangle de Pascal.

### *Temps:*

*"Le mot temps est fait pour désigner une chose et non pas pour en définir la nature".*

*"Définir c'est avant tout ramener un concept à un autre plus fondamental. Mais qu'y a-t-il de plus fondamental que ce qui l'est déjà. Si une essence est fondamentale, comment la rapporter à autre chose qu'à elle-même".*

*"L'espace et le temps ne sont pas connus par le raisonnement mais par les sens et l'intuition, donnée à tous les hommes".*



### **1'627-1'691 Boyle Robert**

Affirme que l'air a du ressort ("spring") et en conclut que l'air est un fluide élastique qui se dilate pour remplir le récipient qui le contient.

### **1'629-1'695 Huygens Christian**

Il est le premier à faire une distinction claire entre la masse et le poids: la masse présente un poids quand elle est soumise à une accélération.

#### *1'657: Première horloge à pendule pesant*

Utilise les lois des mouvement des pendules établies par Galilei Galileo (1'564-1'642).

Remplace enfin les sabliers (–2000) qui avaient remplacé les clepsydres (–3000).

#### *1'690: "Traité de la lumière"*

Reprend les idées de Léonard de Vinci en ce qui concerne la théorie ondulatoire de la lumière après en avoir été informé par une lettre de son frère Constantine habitant à Londres venant d'acquérir un manuscrit de Léonard.

### **1'632-1'677 Spinoza Baruch**

#### *Causalité*

#### *1'663: "Principia philosophiae cartesianae"*

La réalité est pleinement intelligible malgré les limitations cartésiennes de la raison.

#### *1'677: "Ethica ordine geometrico demonstrata"*

Définition géométrique de l'essence, en prenant comme base le point, une absurdité rationnelle mais une réalité intuitive.

### **1'632-1'723 Van Leeuwenhoek Antonie**

#### *1'663: Microscope*

Originellement destiner à regarder les fils des tissus qu'il vendait.

## 1'632-1'723 Wren Christopher

Geomètre, astrologue, architecte.

Problème direct des forces centrales entraînant des trajectoires et orbites élliptiques.

## 1'635-1'703 Hooke Robert

Assistant de Boyle(1'627-1'691) à Oxford, il étend aux solides le concept d'élasticité des fluides introduit par son maître.

Rapports très difficiles avec Newton (1'643-1'727) jusqu'à la parution des "Principia" en 1'687.

### *1'660: Loi de l'élasticité*

Formalise la proportionnalité graduelle entre force et changement dans la matière.

Il formalise une quantité mécanique conservée après le choc de plusieurs objets constituant un système isolé:  $m v^2$ , que Huygens (1'629-1'695) nommera "vis viva" en 1'668.

Introduit la notion de "conservation" dans un système isolé, dont les objets qui le composent peuvent interagir entre eux - et entre eux seulement.

### *1'665: "Micrographia"*

Observation au microscope et au télescope.

## 1'638-1'715 Malbranche Nicolas

Repose le problème corps-esprit, le cerveau étant une partie du corps.

### *1'675: "Recherche de la vérité"*

### *1'692: "Les lois générales de la communication des mouvements"*

La causalité.

Synthétise la pensée de Saint Augustin et Descartes.

## 1'643-1'727 Newton Isaac

Le concept de force de Newton est loin d'être simple.

### ***I'669: Calcul différentiel***

*I'669: "De analysi per aequationes numero terminorum infinitas"*

Analyse des équations par un nombre infini de termes.

*I'687: "Philosophiae naturalis principiae mathematica"*

### ***L'espace et le temps***

Toutes ces grandeurs sont liées à l'espace et au temps:

*"Tout est dans l'espace quant à l'ordre de situation et tout est dans le temps quant à l'ordre de succession".*

### ***Masse***

*"Je désigne la quantité de matière par les mots de masse et de corps. Cette quantité se connaît par la pesée, qui mesure le poids des corps, car j'ai trouvé par des expériences sur les pendules que le poids des corps est proportionnel à leur masse."*

### ***Impulsion (vis viva)***

L'idée d'impulsion est directement liée à celle de masse.

*"L'impulsion est le produit de la masse par la vitesse"*

Il développe la loi de conservation de l'impulsion des systèmes isolés ce qui implique l'introduction d'un facteur 1/2 devant la quantité conservée  $m v^2$  introduite par Hook.

### ***Inertie (via insita)***

*"L'inertie qui réside dans la matière est le pouvoir qu'elle a de résister. C'est par cette inertie que tout corps persévère de lui-même dans son état de repos ou de mouvement".*

*"Cette inertie est toujours proportionnelle à la quantité de matière du corps".*

*"Sur la surface de la terre, l'accélération de la gravité est la même sur tous les corps et le poids des corps est proportionnel à leur masse".*

Galilei Galileo (1564-1642) postulait que l'accélération de la gravité était la même partout parce que c'était une caractéristique des corps alors que Newton Isaac, au contraire, postule que l'accélération de la gravité change avec la position car sa cause, la force centripète, dépend du lieu où elle agit.

Avec Newton, la gravité est externalisée des corps et il ne leur reste plus que l'inertie.

Confirme l'idée que le poids d'un corps est le produit d'un nombre caractéristique de ce corps (sa "masse") par une accélération et la généralise à l'univers.

### ***Travail***

Estime l'action et la réaction par le produit d'une force par la vitesse de son point d'application.

Selon cette définition, l'action de l'agent externe est le taux auquel il produit un travail.

C'est la puissance de l'agent ("*The power of the prime mover.*")

*"If the action of the external agent is estimated by the product of it's force into it's velocity, and the reaction of the resistance in the same way as the product of the velocity of each part of the system into the resisting force arising from friction, cohesion, weight and acceleration, the action and reaction will be equal to each other, whatever the nature of the motion."*

"Si l'action d'un actant est estimée par le produit de sa force par sa vitesse, et la réaction du réactant de la même manière par le produit de la vitesse par la force résultant des frottements, de la rigidité et de l'inertie, alors l'action est égale à la réaction, quelle que soit la nature du mouvement."

Reprend le concept d'essence dérivée de Descartes René (1'596-1'650).

### ***Lumière***

1'704: "*Optics*"

Analyse de la lumière.

Reprend les idées sur la lumière exposées à l'Académie Royale des Sciences de Paris en 1'678.

*"J'appelle essence dérivée une essence qui n'est faite ni de l'addition ni de la soustraction de parties, mais qui est produite par la multiplication ou la division arithmétique d'essences."*

### **1'644-1'710 Romer Olaus**

Découvre que la lumière a une vitesse limitée et finie qu'il détermine en observant les éclipses des satellites de Jupiter à l'Observatoire de Paris.

1'676: "*Démonstration touchant le mouvement de la lumière*"

### **1'646-1'716 Leibniz Gottfried**

Introduit le concept de "vis mortua" comme le produit  $mv$  de la masse fois la vitesse et considérait la "vis viva" comme son intégrale par rapport à la vitesse soit  $mv^2$ , en fait  $1/2 mv^2$ .

Il formalise la notion de "latenta vis viva" contenue dans le système, qui avait le potentiel d'être transformée en "vis viva".

La "vis" d'un système est donc la somme de sa "latenta vis viva" et de sa "vis viva", ce que plus tard on appellera la somme de son énergie potentielle et de son énergie cinétique.

Il introduit la notion de "système conservatif", dans lequel la somme de ces deux formes d'énergie, mécaniques en l'occurrence, est toujours la même.

Il clarifie Newton:

"L'action est comme le produit de la masse par l'espace et la vitesse ou comme le temps multiplié par la vis-viva".

*1'666: "De arte combinatorica"*

*1'684: "Nova mehtodus pro maximis et minimis"*

*1'695: "Système nouveau de la nature et de la communication des substances"*

### **1'647-1'712 Papin Denis**

*1'690: Marmite à pression de vapeur*

Comprend que la vapeur possède une énergie d'expansion considérable.

*1'700: Valve de sécurité*

*1'707: "Nouvelle manière pour lever l'eau par la force du feu", Jacob Estienne, Cassel*

### **1'650-1'715 Savery Thomas**

*1'698: Machine à vapeur à refroidissement externe*

### **1'654-1'722 Varignon Pierre**

*1'690: "Nouvelles conjectures sur la pesanteur"*

*1'725: "Traité du mouvement et de la mesure des eaux coulantes et jaillissantes"*

*1'731: "Elements de mathématiques"*

**1'656-1'742 Halley Edmund**

*1'678: "Catalogue d'étoiles"*

*1'687: finance la publication des "Principia" dans lesquels Newton Isaac (1'642-1'727) prouve son intuition de la loi inverse au carré qu'il partageait avec Wren Christopher (1'632-1'723).*

*1'705: "Synopsis of the astronomy of comets"*

**1'664-1'729 Newcomen Thomas**

*1'712: Machine à vapeur atmosphérique à refroidissement interne*

**1'664-1'753 Fatio de Duillier Nicolas**

*1'688: Théorie de la répulsion universelle*

Le contraire de la théorie de l'attraction universelle de Newton.

**1'692-1'761 Van Musschenbroek Pieter**

Invente la bouteille de Leyde, une bouteille contenant de l'électricité, qui permet d'obtenir de belles étincelles, et qu'il appellera "condensateur".

**1'697-1'740 De Fontenelle Bernard Le Boyer**

*1'686: "Entretiens sur la pluralité des mondes"*

*1'727: "Eléments de la géométrie de l'infini"*

*1'727: Introduction du concept de système à l'Académie des sciences*

**1'700****1'700-1'782 Bernoulli Daniel**

S'intéresse aux fluides et trouve que pour tout fluide en écoulement il existe une constante formée de trois termes en tous points du fluide:

$$P + \rho g z + \frac{\rho v^2}{2} = \text{constante}$$

Si on mesure en un point la pression P d'un fluide, sa masse volumique, l'accélération de la terre, son altitude z et sa vitesse v et qu'on introduit ces valeurs dans son équation, on obtiendra la même valeur en tout point du fluide.

### **1'702-1'761 Bayes Thomas**

*1'763: "Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances"*

Publié à titre posthume par son ami Richard Price.

Théorème de Bayes.

Permet de représenter la réalité sous forme de réseaux bayesiens, graphes orientés acycliques représentant les relations de cause à effet probabilisées entre les variables.

L'observation d'une cause ou de plusieurs causes n'entraîne pas forcément l'effet ou les effets qui en dépendent mais calcule simplement la probabilité de les observer.

Tiennent compte à la fois de la connaissance à priori du scientifique qui construit le graphe et des faits contenus dans les données, d'une expérience par exemple.

### **1'703-1'758 Calandrini Jean-Louis**

Ami de Cramer.

*1'722: "Thèse sur les couleurs" à l'Académie de Genève.*

### **1'704-1'752 Cramer Gabriel**

Ami de Calandrini.

*1'750: "Introduction à l'analyse des lignes courbes algébriques"*

Formalise la notion d'application linéaire en expliquant qu'elle transforme les valences en préservant leur propriété d'addition et de rapports de colinéarité: l'image d'une somme est la somme des images et l'image de n fois v est n fois l'image de v.

L'application en fait que modifier la valeur (à ne pas confondre avec le sens) de la valence sans en modifier l'orientation. En d'autres mots, la valence n'est pas tournée.

Si la valeur propre est nulle elle transforme la valence en valence nulle.

Si la valeur propre est négative elle inverse le sens de la valence.

Invente la règle de Cramer pour la résolution des systèmes d'équations linéaires comportant autant d'équations que d'inconnues.

Son "déterminant" permet une recherche systématique des valeurs propres d'une transformation ainsi que de vérifier leur indépendance linéaire.

Met au point la notion de vecteur propre d'une application linéaire d'un espace dans lui-même, équivalente à une dilatation-contraction qui modifie une valence sans en changer la direction.

Une valence propre (ou valence caractéristique ou autovalence) d'une application linéaire entre espaces valenciels est la valence elle-même multipliée par un nombre, dit valeur propre (ou valeur caractéristique ou autovaleur).

La recherche des autovalences d'une application linéaire revient à la diagonalisation de la matrice qui la représente.

L'image dans un miroir plan est un exemple d'application linéaire.

Toute valence collée le long d'un miroir donne comme image elle-même.

Le plan du miroir est donc un espace propre associé à la valeur propre 1.

Toute valence perpendiculaire au miroir donne comme image une valence de même longueur, de même direction, mais de sens opposé. Cette valence est une valence propre de valeur propre  $-1$ .

Une valence ni dans le plan du miroir ni perpendiculaire donne une image qui n'est pas dans la même direction qu'elle, ce n'est donc pas une valence propre.

Dans cet exemple, le comportement des valences propres décrit intégralement l'application, en effet toute valence est la somme d'une valence dans le plan du miroir et d'une valence perpendiculaire.

Et la connaissance du comportement dans le plan et dans l'axe perpendiculaire permet la détermination de la transformation de tous les vecteurs, par linéarité.

### **1'706-1'749 Du Chatelet Emilie**

Amie de Voltaire pendant quinze ans, jusqu'à sa mort (1'734-1'749).

*1'744: "Dissertation sur la nature et la propagation du feu"*



Explique ce qu'on appelle aujourd'hui les radiations infrarouges et la nature ondulatoire de la lumière.

1'749: "*Principes mathématiques de la philosophie naturelle*"

Première traduction française de Newton.

### **1'707-1'783 Euler Léonhard**

1'736: "*Mechanica*"

Discute les essences de masse et de force.

1'755: "*Theoria motus coporum solidorum seu rigidorum*"

Développe l'idée d'homogénéité des essences des termes d'une équation et à fortiori celle des deux côtés d'une égalité.

### **1'709-1'751 Offray de la Mettrie**

1'747: "*L'homme machine*"

Seule la méthode empirique est légitime, rejetant toute forme de dualisme.

Etend à l'homme le principe des animaux-machine de Descartes.

### **1'711-1'776 Hume David**

1'739: "*A treatise on human nature*"

La connaissance humaine n'est pas innée mais découle de l'imitation et de l'expérience.

La causalité.

1'748: "*An enquiry concerning human understanding*"

Raisonnement déductif, inductif et causalité.

### **1'717-1'789 D'Alembert Jean le Rond**

Introduit le concept d'onde et le représente par une équation aux dérivées partielles pour étudier la vibration des cordes d'instruments de musique.

### **1'724-1'803 Le Sage Georges-Louis**

*1'748: Théorie de l'interaction universelle*

Complète les idées de Fatio ( sur la répulsion universelle.

*1'761: Théorie cinétique des gaz*

*1'761: "Essai de chimie mécanique"*

*1'744: Invention du télégraphe électrique*

### **1'724-1'804 Kant Emmanuel**

*1'781: "Critique de la raison pure"*

*1'787: "Critique de la raison pratique"*

*1'790: "Critique du jugement"*

#### *Espace*

N'arrive pas à résoudre le problème de la parité et de l'asymétrie intrinsèque de l'espace.

#### *Temps*

Ne donne pas une définition du temps.

#### *Science*

Fait la distinction entre "phénomène", une réalité tangible, et "noumène", une réalité mentale.

### **1'728-1'799 Black Joseph**

Fait une distinction claire entre la chaleur (quantité de feu) et la température (intensité de feu).

Plus on chauffe un corps plus sa température augmente.

Introduit une propriété de la matière qu'il appelle "capacité pour la chaleur", spécifique à chaque substance, notre "chaleur spécifique".

La quantité de chaleur cédée à de la glace fondante est mesurée par un volume d'eau et devient donc accessible à l'observation "calorimétrique" qui complète l'observation "thermométrique" en donnant naissance à la thermique, qui étudie des échanges de chaleur (dont on introduira comme unité la "calorie" - 1K de 1 gramme d'eau).

### **1'736-1'819 Watt James**

*1'763: Machine à vapeur atmosphérique à refroidissement externe*

### **1'737-1'798 Galvani Luigi**

S'intéresse à la motricité des animaux en cherchant comment le cerveau peut commander le mouvement d'une patte de grenouille.

Il découvre ainsi l'excitabilité des nerfs par l'électricité.

### **1'743-1'794 Lavoisier Antoine**

Brûle des substances dans un vase clos et constate que la réaction chimique dégage de la chaleur qui s'échappe sans qu'il y ait changement de masse, prouvant ainsi que le phlogiston (le calorique) n'est pas une matière puisque la substance est conservée.

### **1'745-1'827 Volta Alessandro**

Invente la pile électrique démontrant que l'électricité est bien produite par le contact de deux métaux différents (quelconques).

### **1'749-1'827 De Laplace Pierre-Simon**

*1'799: "Mécanique céleste"*

Décrit mathématiquement le mouvement des planètes.

*1'814: "Essai philosophique sur les probabilités"*

Retrouve indépendamment en 1'774 le théorème de Bayes (mort en 1'761).

Raisonnement logique par induction basé sur les probabilités.

**1'753-1'814 Thomson Benjamin (Count Rumford)**

Associe la chaleur au frottement après avoir foré des canons.

**1'768-1'830 Fourier Joseph**

Créateur de la théorie mathématique de la chaleur en formulant ses lois de comportement.

*1'822: "Théorie analytique de la chaleur"*

Fourier n'avait fait aucune mention de l'essence dans la première édition (1'807) ni dans la deuxième (1'811).

Précise que tout système d'unités peut être utilisé pour étudier une réalité tant que le système est consistant.

Il confirme que toute équation décrivant une réalité doit être homogène: les unités de chaque côté du signe égal doivent être les mêmes.

Il utilise le concept d'homogénéité pour vérifier que ses manipulations sont raisonnables, insistant sur la confusion existant entre unité et essence.

Il fallut l'apparition de l'électricité et du câble transatlantique pour mettre définitivement fin à cette confusion en 1'861 par l'établissement d'un système d'unités électromagnétiques.

**1'773-1'858 Brown Robert**

*1'827: "A brief account of microscopical observations"*

Première description du mouvement brownien.

**1'773-1'829 Young Thomas**

Découvre les interférences lumineuses

Introduit le module de Young qui décrit la déformation élastique de la matière isotrope, c'est-à-dire qu'il relie la déformation en pourcent par rapport à la forme initiale à la contrainte qui est appliquée.

### **1'775-1'836 Ampère André-Marie**

Etablit les lois du courant électrique fondant la théorie électro-magnétique.

### **1'777-1'855 Gauss Carl Friedrich**

*1'809: "Theoria motus corporum caelestium"*

*1'828: "Untersuchungen über höhere Arithmetik"*

### **1'780-1'831 Von Clausewitz Carl**

*1'831: "Vom Kriege"*

Trois siècles après Machiavel.

### **1'788-1'827 Fresnel Augustin-Jean**

Remet à l'honneur la théorie ondulatoire de la lumière en opposition à la théorie corpusculaire de Newton.

*1'816: "Mémoire sur la diffraction de la lumière"*

*1'816: "Mémoire sur les couleurs développées dans les fluides homogènes par la lumière polarisée"*

*1'822: "De la lumière"*

### **1'791-1'867 Faraday Michael**

*1'821: Moteur électrique au mercure*

*1'873: "On the various forces in nature"*

Résumé posthume de ses cours contenant ses idées sur la notion de force.

### **1'792-1'856 Lobatschewski Nikolai**

*1'840: "Geometrical researches on the geometry of parallels"*

*1'856: "Pangeometry"*

### **1'796-1'832 Carnot Sadi**

Réalise que la source de puissance de la machine à vapeur est la chaleur produite par le feu du combustible, contrairement à Watt qui considérait que c'était la vapeur.

Il introduit donc la notion de machine thermique comme moyen de produire du mouvement à partir de la chaleur.

*1'824: "Réflexions sur la puissance motrice du feu"*

Faisant une analogie avec les chutes d'eau des moulins, Carnot suggère qu'une machine thermique peut produire plus de travail avec la même quantité de calorique (Carnot utilisait encore la notion de calorique - Lavoisier avait rebaptisé "calorique" le "phlogiston", un fluide sans masse et incolore, dont la quantité totale est conservée dans l'univers, s'écoulant des corps chauds vers les corps plus froids, la différence de température étant donc la cause du flot).

Selon la théorie du calorique, la température correspond à la quantité de ce fluide contenue dans le système. La chaleur décrit donc une quantité alors la température décrit une concentration en un point.

### **1'799-1'864 Clapeyron Emile**

*1'834: "Mémoire sur la puissance motrice de la chaleur"*

## **1'800**

### **1'802-1'860 Bolyai Janos**

*1'832: "The science of absolute space"*

### **1'803-1'853 Doppler Christian**

Redécouvre la déformation des ondes en fonction du courant décrite par Léonard de Vinci.

## **1'806-1'873 Mill John Stuart**

*1'834: "System of logic"*

Système de la logique inductive, du particulier au général, et déductive, du général au particulier, avec la notion d'inférence qui va toujours du particulier au particulier dans les deux sens pour créer une nouvelle connaissance.

*1'848: "Principles of political economy"*

Introduit la notion de complexité et de transferts d'énergie pour comprendre les systèmes économiques.

*1'869: "Utilitarianism"*

Pousse encore plus loin sa métaphore du moulin à eau ou à vent pour comprendre les transformations d'énergie dans un système économique.

## **1'809-1'877 Grassmann Herman**

*1'844: Géométrie systématique*

*1'844: "Die lineale Ausdehnungslehre – Ein neuer Zweig der Mathematik"*

## **1'809-1'882 Darwin Charles**

*1'839: voyage sur le Beagle.*

*1'849: "A manual of scientific enquiry"*

*1'856: "On the tendency of species to form varieties"*

*1'859: Evolution biologique systématique*

*1'859: "On the origin of species by natural selection"*

Formalise la proportionnalité graduelle entre force et changement dans le vivant.

*1'868: "The variation of animals and plants under domestication"*

*1'872: Emotion systématique*

*1'872: "The expressions of emotions in man and animals"*

*1'875: "Insectivorous plants"*

*1'875: "Movements and habits of moving plants"*

*1'880: "The power of movement in plants"*

### **1'810-1'878 Regnault Victor**

Introduit le concept de "gaz parfait".

### **1'814-1'878 Mayer Julius Robert**

Observe que le sang veineux est d'un rouge plus vif sous les Tropiques qu'en Europe. Il en déduit que le corps humain a besoins de moins de combustible pour maintenir sa température normale, et donc de moins d'oxygène à transporter par le sang.

Il suppose que le travail physique et la production de chaleur sont équivalents et que les deux sont rendus possibles par la combustion de nourriture.

Synthétise ses idées en disant que "l'énergie ne peut être ni créée ni détruite".

### **1'814-1'885 Tresca Henry**

*1'864: Critère de Tresca*

Complète la loi de Hooke (1'635-1'703) sur la déformation élastique de la matière par un critère de déformation plastique.

### **1'817-1'894 Galissard de Marignac Jean**

*1'860: La fusion des atomes*

Suppose que les écarts de poids atomique par rapport à des nombres entiers résultent d'un processus de fusion d'atomes d'hydrogènes.

### **1'819-1'896 Fizeau Hippolyte**

*1'849: Mesure de la vitesse de la lumière*

"299'792'458 m/s"



## **1'820-1'895 Hengels Friederich**

*1'973: "Dialectic der Natur"*

Généralise la notion de force et de puissance pour comprendre la sociologie et à la politique.

## **1'821-1'894 Helmholtz Hermann Ludwig von**

Met en évidence le concept de "Kraft", une caractéristique qui peut prendre diverses formes comme le travail ou la chaleur.

## **1'824-1'907 Thomson William (Lord Kelvin)**

Afin d'éviter la confusion entre le terme "force" de la mécanique et le terme "Kraft" au sens de Helmholtz, introduit le mot "énergie" pour parler de ce que contient un objet et de la conservation de cette caractéristique.

En outre il renome par "énergie cinétique" l'idée de "énergie actuelle" introduite par Rankine, qui n'était rien d'autre que la "force vive" de Leibniz et de Helmholtz.

Il adopte le mot "énergie potentielle" introduit par Rankine pour parler de la "force de tension" de Helmholtz.

La notion de "travail" qui avait été introduite par Clausius n'est rien d'autre que l'énergie mécanique, celle qui est en relation avec le mouvement. Cette énergie peut être potentielle ou cinétique.

*1'902: Electrons*

Suppose que l'atome est une sphère de charge distribuée uniformément dans laquelle les électrons flottent comme des raisins dans du pudding.

## **1'822-1'888 Clausius Rudolf**

Un corps chauffé à une certaine température peut produire de la chaleur en augmentant quelque-chose tout comme un corps comprimé à une certaine pression peut produire du travail en augmentant de volume.

Ce quelque-chose, Clausius va l'appeler "entropie" en 1'865.

### **1'823-1'891 Kronecker Leopold**

Généralisation de l'éjection des vecteurs aux matrices et aux tenseurs.

Gradualité, associativité et latéralité.

*1'850: "Kronecker product"*

### **1'826-1'866 Riemann Bernhard**

*1'868: "On the hypotheses which lie at the foundation of geometry"*

### **1'831-1'879 Maxwell James Clark**

***Travail:***

*"L'énergie est la capacité de produire un travail."*

*"Le travail fait par un actant peut être décrit par un changement de configuration du réactant."*

*"La quantité de travail est proportionnelle au produit des nombres représentant la force exercée par l'actant et le déplacement du point d'application de la force dans la direction de la force."*

*"Si, par l'action d'un actant externe au système, la configuration du système est changée, alors que les forces du système résistent à ce changement de configuration, l'actant est dit faire un travail sur le système. Dans ce cas, l'énergie du système est augmentée par la quantité de travail accompli sur lui par l'actant externe."*

*"Si au contraire, les forces du système produisent un changement de configuration auquel le système résiste, le système est dit faire un travail sur l'actant externe, et l'énergie du système est diminuée par le travail qu'il fait."*

*"Le travail est donc un transfert d'énergie d'un système à un autre. Si on inclut les deux systèmes dans un système plus large, l'énergie du système total n'est ni augmentée ni diminuée par l'action d'un système partiel par l'autre."*

*"Il est manifeste qu'aucun événement se produit plus d'une fois, de telle sorte que les causes et les effets ne peuvent être identiques à tout point de vue".*

***1'861: Première photographie en couleur***

*1'873: "A treatise on electricity and magnetism"*

*1'877: "Matter and motion"*

*1'908: "Theory of heat"*

*"L'effet total d'une force en communiquant une vitesse à un système est proportionnel à la force et à la durée pendant lesquelles elles agissent conjointement."*

*"Le produit de la durée d'action d'une force par son intensité, si elle est constante, ou son intensité moyenne, si elle est variable, est l'Impulsion de la force."*

*"Si une force agit sur une inertie unitaire pendant une certaine durée, l'impulsion est mesurée par la vitesse générée."*

Théorie électromagnétique de la lumière.

*1'877: "Matter and motion"*

*"When we wish to express by a single word the rate at which work is done by an agent, we shall call it the Power of the agent."*

*"Si on veut exprimer par un seul mot le taux auquel du travail est fait par un agent, il faut l'appeler Puissance de l'agent."*

Pousse le concept d'essence en réalisant que les réalités sont quantifiées selon des essences. Des ensembles différents d'essences dites fondamentales pouvaient être groupées desquelles d'autres essences pouvaient être dérivées.

Il suggéra la notation entre crochets pour les essences, notation encore utilisée au 21<sup>ème</sup> siècle.

Comme il ne précisa pas ce qu'il entendait par sa notation en crochets, une confusion naquit et existe encore aujourd'hui.

En réalité elles doivent être considérées comme une procédure à utiliser pour décrire la réalité.

Un fois que la pensée a identifié les essences fondamentales nécessaires pour décrire une réalité, elle peut développer un ensemble d'unités pour quantifier les essences choisies. Ces unités forment un système d'unités.

*"L'énergie se conserve. Ce principe fournit au scientifique une idée à laquelle se rattacher pour comprendre la dynamique d'un système."*

*"L'énergie totale d'un système est une quantité qui ne peut être ni augmentée ni diminuée par aucune action entre les parties du système, bien qu'elle puisse être transformée dans l'une quelconque des formes qu'elle est susceptible de prendre."*

*"Un système est considéré comme conservatif si toutes les différentes formes d'énergie qui existent dans le système sont prises en compte."*

*"Le travail est un acte de transformation d'un système en opposition à une force qui résiste à une telle transformation."*

*"Le travail est une mesure quantitative de l'effort nécessaire pour transformer un système, et s'exprime en termes de consommation de l'énergie nécessaire pour l'obtenir. L'idée de travail implique un fond d'énergie nécessaire pour le causer."*

*"L'énergie qu'un système a en vertu de son déplacement est appelée énergie cinétique."*

*"Un système peut aussi avoir de l'énergie en vertu de sa configuration, si les forces du système sont telles que le système va faire un travail contre la résistance externe, alors qu'il passe dans une autre configuration. Cette énergie est appelée énergie potentielle."*

*"Les différentes énergies existantes dans un système ont été classées dans l'une de ces deux catégories."*

*"Un système chaud donnant de la chaleur à un système moins chaud peut produire du travail en causant une expansion s'opposant à la pression."*

*"L'énergie d'un explosif est de l'énergie chimique provenant de la possibilité pour les constituants de l'explosif de s'arranger d'une autre manière une fois explosés, de manière à occuper un volume plus grand que celui de l'explosif. Dans l'état actuel de la science, les chimistes se représentent les réactions chimiques comme un réarrangement de particules sous l'action de forces tendant à produire ce changement d'arrangement. De ce point de vue, l'énergie chimique est donc de l'énergie potentielle."*

*"Il y donc plusieurs manières de posséder de l'énergie pour un système et parfois on peut hésiter entre de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle, comme pour un gaz comprimé dont les particules heurtent les parois. La nature de l'énergie, en revanche est la même quelque-soit la forme dans laquelle on la trouve, et elle peut toujours s'exprimer par le produit de la masse d'un système se mouvant à une certaine vitesse."*

*"Comprendre l'énergie c'est comprendre combien de travail il faut effectuer sur un système pour le faire passer d'un état à un autre."*

*"L'énergie potentielle d'un système est sa capacité à faire un travail sur d'autres systèmes dépendant d'autres facteurs que le déplacement du système. En d'autres termes, l'énergie potentielle est cette énergie qui n'est pas cinétique. Et si l'énergie cinétique dépend du mouvement, l'énergie potentielle dépend de la configuration."*

*"La théorie de l'énergie potentielle est plus complexe que la théorie de l'énergie cinétique. En admettant que l'énergie d'un système dépende de sa configuration, les modes desquels elle dépend peuvent être plus complexes que le mode selon lequel l'énergie cinétique dépend uniquement du mouvement du système, car l'énergie cinétique peut être calculée par le mouvement des parties du systèmes par une méthode invariable. Il suffit de prendre le produit de la masse de chaque partie par sa vitesse et de faire la somme de tous ces produits. Alors que l'énergie potentielle provenant de l'action mutuelle de deux parties du système peut dépendre de la position relative du système d'une manière différente selon les changements. Ainsi l'énergie potentielle d'un système constitué de deux boules de billard est constante jusqu'à l'instant de l'impact à partir duquel elle augmente rapidement quand la distance diminue."*

*"Si un actant externe au système produit un changement d'une configuration initiale en une configuration finale et que la configuration finale possède plus d'énergie que l'initiale, il ne peut avoir reçu cet accroissement d'énergie que de l'actant. Cet actant doit donc avoir fait un travail égal à l'augmentation d'énergie. Il doit avoir exercé une force dans la direction du changement et la valeur moyenne de cette force multipliée par le déplacement doit être égale au travail fait. Donc la valeur moyenne de la force peut être trouvée en divisant l'augmentation d'énergie par le déplacement."*

*"Si en revanche l'énergie diminue au lieu d'augmenter alors que le changement augmente, le système doit faire du travail sur l'actant externe, et la force exercée par l'actant externe doit être dans la direction opposée de celle du déplacement."*

*"L'une des applications les plus importantes du principe de conservation de l'énergie se trouve dans la compréhension de la nature de la chaleur."*

*"A une époque on supposait que la différence entre un système quand il était chaud et quand il était froid était dû à une substance que l'on nommait Calorique, qui existait en plus grande abondance quand le système était chaud que froid."*

*"Dans l'usinage de canons comme dans la fonte de glace par frottement, du travail est fait pour surpasser les frictions, tout comme dans une machine à vapeur dans laquelle on fait faire du travail à la chaleur, le travail est proportionnel à la chaleur qui disparaît."*

*"Comme la chaleur produite ne peut être une substance. Et comme quand de l'énergie mécanique est introduite par frottement il y a production de chaleur et quand il y a gain d'énergie mécanique dans un moteur par une perte de chaleur. Et comme la quantité d'énergie perdue ou gagnée est proportionnelle à la quantité de chaleur gagnée ou perdue, on en conclut que la chaleur est une forme d'énergie."*

*"On a également des raisons de croire que les particules d'un système chaud sont dans un état d'agitation rapide mais que la direction de ces mouvements change si souvent qu'elle progresse peu ou pas du tout dans une direction particulière. Si tel est le cas, la part, et elle peut être très importante, de l'énergie d'un système chaud doit être sous forme d'énergie cinétique. Mais pour notre raisonnement présent il n'est pas nécessaire de saisir sous quelle forme l'énergie existe dans un système chaud. Le fait le plus important est que cette énergie peut être mesurée sous forme de chaleur, et comme toute forme d'énergie peut être transformée sous forme de chaleur, ceci nous donne une méthode pratique de la mesurer."*

*"Si certaines substances sont mises en contact, des réactions chimiques ont lieu, les substances se combinent d'une autre manière et le nouveau groupe de substances a des propriétés chimiques différentes du groupe originel. Durant le processus du travail mécanique peut être produit par expansion de la mixture, comme lors d'une explosion. Un courant électrique peut être produit comme dans une batterie; et de la chaleur peut être produite, comme dans la plupart des réactions chimiques."*

*"L'énergie fournie sous forme mécanique peut être mesurée directement ou elle peut être transformée en chaleur par frottement. L'énergie dépensée à produire un courant électrique peut être estimée comme de la chaleur en causant un flot de courant à travers un conducteur, de telle sorte que la chaleur soit facilement mesurable."*

*"L'énergie restant dans le mélange avec l'énergie qui s'en est échappée doit être égale à l'énergie originelle. On peut mesurer la chaleur produite lors de réactions et ces mesures permettent de calculer l'excès d'énergie que les substances avaient avant leur combinaison en plus de celle qu'elles ont après leur recombinaison."*

*"L'énergie se conserve. Ce principe fournit au scientifique une idée à laquelle se rattacher pour comprendre la dynamique d'un système."*

*"L'énergie totale d'un système est une quantité qui ne peut être ni augmentée ni diminuée par aucune action entre les parties du système, bien qu'elle puisse être transformée dans l'une quelconque des formes qu'elle est susceptible de prendre."*

*"Un système est considéré comme conservatif si toutes les différentes formes d'énergie qui existent dans le système sont prises en compte."*

*"Le travail est un acte de transformation d'un système en opposition à une force qui résiste à une telle transformation."*

*"Le travail est une mesure quantitative de l'effort nécessaire pour transformer un système, et s'exprime en termes de consommation de l'énergie nécessaire pour l'obtenir. L'idée de travail implique un fond d'énergie nécessaire pour le causer."*

*"L'énergie qu'un système a en vertu de son déplacement est appelée énergie cinétique."*

*"Un système peut aussi avoir de l'énergie en vertu de sa configuration, si les forces du système sont telles que le système va faire un travail contre la résistance externe, alors qu'il passe dans une autre configuration. Cette énergie est appelée énergie potentielle."*

*"Les différentes énergies existantes dans un système ont été classées dans l'une de ces deux catégories."*

*"Un système chaud donnant de la chaleur à un système moins chaud peut produire du travail en causant une expansion s'opposant à la pression."*

*"L'énergie d'un explosif est de l'énergie chimique provenant de la possibilité pour les constituants de l'explosif de s'arranger d'une autre manière une fois explosés, de manière à occuper un volume plus grand que celui de l'explosif. Dans l'état actuel de la science, les chimistes se représentent les réactions chimiques comme un réarrangement de particules sous l'action de forces tendant à produire ce changement d'arrangement. De ce point de vue, l'énergie chimique est donc de l'énergie potentielle."*

*"Il y donc plusieurs manières de posséder de l'énergie pour un système et parfois on peut hésiter entre de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle, comme pour un gaz comprimé dont les particules heurtent les parois. La nature de l'énergie, en revanche est la même quelque-soit la forme dans laquelle on la trouve, et elle peut toujours s'exprimer par le produit de la masse d'un système se mouvant à une certaine vitesse."*

*"Comprendre l'énergie c'est comprendre combien de travail il faut effectuer sur un système pour le faire passer d'un état à un autre."*

*"L'énergie potentielle d'un système est sa capacité à faire un travail sur d'autres systèmes dépendant d'autres facteurs que le déplacement du système. En d'autres termes, l'énergie potentielle est cette énergie qui n'est pas cinétique. Et si l'énergie cinétique dépend du mouvement, l'énergie potentielle dépend de la configuration."*

*"La théorie de l'énergie potentielle est plus complexe que la théorie de l'énergie cinétique. En admettant que l'énergie d'un système dépende de sa configuration, les modes desquels elle dépend peuvent être plus complexes que le mode selon lequel l'énergie cinétique dépend uniquement du mouvement du système, car l'énergie cinétique peut être calculée par le mouvement des parties du systèmes par une méthode invariable. Il suffit de prendre le produit de la masse de chaque partie par sa vitesse et de faire la somme de tous ces produits. Alors que l'énergie potentielle provenant de l'action mutuelle de deux parties du système peut dépendre de la position relative du système d'une manière différente selon les changements. Ainsi l'énergie potentielle d'un système constitué de deux boules de billard est constante jusqu'à l'instant de l'impact à partir duquel elle augmente rapidement quand la distance diminue."*

*"Si un actant externe au système produit un changement d'une configuration initiale en une configuration finale et que la configuration finale possède plus d'énergie que l'initiale, il ne peut avoir reçu cet accroissement d'énergie que de l'actant. Cet actant doit donc avoir fait un travail égal à l'augmentation d'énergie. Il doit avoir exercé une force dans la direction du changement et la valeur moyenne de cette force multipliée par le déplacement doit être égale au travail fait. Donc la valeur moyenne de la force peut être trouvée en divisant l'augmentation d'énergie par le déplacement."*

*"Si en revanche l'énergie diminue au lieu d'augmenter alors que le changement augmente, le système doit faire du travail sur l'actant externe, et la force exercée par l'actant externe doit être dans la direction opposée de celle du déplacement."*

*"L'une des applications les plus importantes du principe de conservation de l'énergie se trouve dans la compréhension de la nature de la chaleur."*

*"A une époque on supposait que la différence entre un système quand il était chaud et quand il était froid était dû à une substance que l'on nommait Calorique, qui existait en plus grande abondance quand le système était chaud que froid."*

*"Dans l'usinage de canons comme dans la fonte de glace par frottement, du travail est fait pour surpasser les frictions, tout comme dans une machine à vapeur dans laquelle on fait faire du travail à la chaleur, le travail est proportionnel à la chaleur qui disparaît."*

*"Comme la chaleur produite ne peut être une substance. Et comme quand de l'énergie mécanique est introduite par frottement il y a production de chaleur et quand il y a gain d'énergie mécanique dans un moteur par une perte de chaleur. Et comme la quantité d'énergie perdue ou gagnée est proportionnelle à la quantité de chaleur gagnée ou perdue, on en conclut que la chaleur est une forme d'énergie."*

*"On a également des raisons de croire que les particules d'un système chaud sont dans un état d'agitation rapide mais que la direction de ces mouvements change si souvent qu'elle progresse peu ou pas du tout dans une direction particulière. Si tel est le cas, la part, et elle peut être très importante, de l'énergie d'un système chaud doit être sous forme d'énergie"*

*cinétique. Mais pour notre raisonnement présent il n'est pas nécessaire de saisir sous quelle forme l'énergie existe dans un système chaud. Le fait le plus important est que cette énergie peut être mesurée sous forme de chaleur, et comme toute forme d'énergie peut être transformée sous forme de chaleur, ceci nous donne une méthode pratique de la mesurer."*

*"Si certaines substances sont mises en contact, des réactions chimiques ont lieu, les substances se combinent d'une autre manière et le nouveau groupe de substances a des propriétés chimiques différentes du groupe originel. Durant le processus du travail mécanique peut être produit par expansion de la mixture, comme lors d'une explosion. Un courant électrique peut être produit comme dans une batterie; et de la chaleur peut être produite, comme dans la plupart des réactions chimiques."*

*"L'énergie fournie sous forme mécanique peut être mesurée directement ou elle peut être transformée en chaleur par frottement. L'énergie dépensée à produire un courant électrique peut être estimée comme de la chaleur en causant un flot de courant à travers un conducteur, de telle sorte que la chaleur soit facilement mesurable."*

*"L'énergie restant dans le mélange avec l'énergie qui s'en est échappée doit être égale à l'énergie originelle. On peut mesurer la chaleur produite lors de réactions et ces mesures permettent de calculer l'excès d'énergie que les substances avaient avant leur combinaison en plus de celle qu'elles ont après leur recombinaison."*

#### **Force:**

*"L'effet total d'une force en communiquant une vitesse à un système est proportionnel à la force et à la durée pendant lesquelles elles agissent conjointement."*

*"Le produit de la durée d'action d'une force par son intensité, si elle est constante, ou son intensité moyenne, si elle est variable, est l'Impulsion de la force."*

*"Si une force agit sur une inertie unitaire pendant une certaine durée, l'impulsion est mesurée par la vitesse générée."*

#### **Impulsion:**

1877: "Matter and motion"

*"L'effet total d'une force en communiquant une vitesse à un système est proportionnel à la force et à la durée pendant lesquelles elles agissent conjointement."*

*"Le produit de la durée d'action d'une force par son intensité, si elle est constante, ou son intensité moyenne, si elle est variable, est l'Impulsion de la force."*

*"Si une force agit sur une inertie unitaire pendant une certaine durée, l'impulsion est mesurée par la vitesse générée."*

#### **Masse:**



*"Seules des qualités portées par la matière sont accessibles à une observation quantitative. Si la quantité de matière est définie par un aspect quantitatif de l'une de ses propriétés, la "quantité de matière" va évidemment dépendre de la propriété qui a été choisie."*

*"Toute mesure est fondée sur un échange d'énergie et présuppose une interaction. Une réalité sur laquelle on ne peut agir est par principe non mesurable."*

*"C'est un pur hasard scientifique que deux qualités différentes de la matière, l'inertie et la charge gravitationnelle, mènent à la même "quantification". Si l'inertie et la charge thermique avaient été choisies comme critères, cela aurait immanquablement donné des résultats numériques divergents."*

### **1'838-1'916 Mach Ernst**

#### *1'883: Physique systémique*

Physique d'interdépendance: le monde forme un tout indivisible.

L'inertie résulterait d'une interaction de tous les corps présents dans l'univers.

*1'883: "Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt"*

*1'887: Photographie des ondes de choc d'une balle supersonique*

### **1'842-1'919 Rayleigh John**

#### *1'877: "Theory of sound"*

Sa table des matières contient l'entrée "Method of Dimensions".

Rayleigh utilise systématiquement l'analyse des essences mais n'exposa jamais les bases de sa méthode, disant simplement qu'elle était efficace pour comprendre la réalité.

Sa méthode fonctionne bien pour les systèmes mécaniques simples où le nombre des indices de répétition est égal au nombre d'équations.

Pour les réalités impliquant les transferts de masse et de chaleur, il y a plus d'inconnues que d'équations. Il faut donc assigner une valeur à chacune de ces deux inconnues et ensuite prouver que ces inconnues supposées sont indépendantes, ce qui crée de la confusion pour les réalités où de tels phénomènes existent.

### **1'844-1'895 Miescher Friderich**

**1'869: Découverte de l'ADN qu'il appelle nucléïnes**

1'871: "*Über die chemische Zusammensetzung der Eiterzellen*"

L'ADN est le transmetteur de l'hérédité.

**1'845-1'879 Clifford William**

1'872: "*On the aims and instruments of scientific thought*"

1'876: "*On the space theory of matter*"

1'877: "*The ethics of belief*"

**1'878: Dynamique systémique**

1'878: "*Elements of dynamics – An introduction to the study of motion and rest in solid and fluid bodies*"

1'879: "*Seeing and thinking*"

**1'845-1'913 De Laval Gustav**

**1'890: Tuyère thermodynamique**

**1'845-1'923 Röntgen Wilhelm**

1'895: "*Über eine neue Art von Strahlung*"

Rayons X.

**1'847-1'923 Thoma Richard**

Père de Thoma Hans (1'887-1'973) et oncle de Thoma Jean (1'927-2'011)

Découvre que les os sont vivants.

**1'883: Microtome**

Outil pour découper les os afin d'en voir les cellules.

Met au point la théorie de la cavitation.

### **1'848-1'925 Frege Gottlob**

Découvre que les os sont vivants.

*1'891: Logique du second et troisième ordre*

*1'891: "Funktion und Begriff"*

Traite les prédicats comme des fonctions ayant des arguments.

La logique des prédicats du premier ordre ne quantifie que des variables qui varient sur des individus, sur toutes les entités possibles de ce type.

La logique du second ordre, en plus, quantifie des ensemble.

Celle du troisième ordre des ensembles d'ensembles.

Et ainsi de suite.

*1'923: "Gedankengefüge"*

### **1'850-1'925 Heaviside Oliver**

Réduit le nombre des équations de Maxwell de 20 à 4.

Crée les mots suivants:

**admittance**

capacité d'un système de conduire un flot;

**impedance**

inverse de l'admittance;

**conductance**

inverse de la résistance électrique;

**inductance**

caractéristique d'un système dans lequel un changement de flot induit un changement de potentiel - en lui-même: self inductance - dans un autre système: mutual inductance;

**permittance**

devenu susceptance;

**permeability**

possibilité pour une matière d'accepter la formation d'un champ magnétique;

**reluctance**

résistance magnétique dans un système magnétique);

**electret**

substance qui présente une polarisation électrique permanente cf. magnet;

**1'853-1'926 Onnes Kamerlingh**

*1'911: Electron magnétique*

Propose un modèle de l'atome contenant un électron magnétique (pas seulement électrique):  
un anneau supraconducteur où un flot électrique entrant dans l'anneau génère un flux  
magnétique, les deux étant exceptionnellement stables.

**1'853-1'928 Lorentz Hendrick**

*1'892: Electron*

*1'900: "Considerations on gravitation"*

*1'909: "The theory of electrons and it's application to the phenomena of light and radiant  
heat"*

*1'920: "The Einstein theory of relativity: a concise statement"*

**1'854-1'931 Parsons Charles**

*1'884: Turbine à vapeur*

**1'854-1'912 Poincaré Henri**

*1'900: "La théorie de Lorentz et le principe de réaction"*

*1'902: "La science de l'hypothèse"*

**1'905: Ondes gravitationnelles**

1'905: "*Sur la dynamique de l'électron*"

1'908: "*Thermodynamique*"

**1'854-1'924 Föppl August**

Beau-père de Prantl Ludwig (1'875-1'973) et grand-père de Thoma Jean (1'927-2'011).

La grande synthèse:

1'892: "*Das Fachwerk im Raume*"

1'894: "*Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität*"

**1'896: Physique systémique**

1'896: "*Die Geometrie der Wirbenfelder*"

1'892: "*Das Fachwerk im Raume*"

1'920: "*Drang und Zwang: eine höhere Festigkeitlehre für Ingenieure*"

**1'856-1'939 Freud Sigmund**

Premier psychologue systémicien.

Comprend l'importance des émotions dans le génie humain, en particulier scientifique.

**1'910: Psychologie systémique**

1'910: "*Leonardo da Vinci: a memory of his childhood*"

1'912: "*La dynamique du transfert*"

1'912: "*Totem et tabou*"

**1'857-1'899 Vaschy Aimé**

1'890: "*Traité d'électricité et de magnétisme*"

*1'892: "Sur les lois de similitude en physique"*

*1'892: "Sur les lois de similitude en électricité"*

*1'893: "Sur une propriété générale des champs admettant un potentiel"*

*1'894: "Théorème général sur les actions en raison inverse du carré des distances"*

*1'895: "Sur la définition des masses et des forces"*

*1'897: "Etudes des propriétés expérimentales des diverses énergies"*

### **1'857-1'894 Hertz Heinrich**

*1'888: Ondes électromagnétiques*

Met en évidence les ondes électromagnétiques prévues Faraday et décrites mathématiquement par Maxwell.

Confirme qu'elles peuvent être transmises à travers l'air et l'éther.

*1'892: "Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrische Kraft"*

*1'894: "Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt"*

### **1'857-1'913 De Saussure Ferdinand**

*1'913: Linguistique systémique*

*1'916: "Traité de linguistique générale" (notes de cours de Bally Charles 1'865-1'947)*

### **1'857-1'921 De Preto Olinto**

*1'903: Energie nucléaire*

Publie et explique la formule  $E = m c^2$  avant Einstein.

### **1'857-1'936 Pearson Karl**

*1'892: Statistique systémique*

*1'892: "The grammar of science"*

Les tables de contingence contenant les corrélations entre deux événements suffisent à comprendre la causalité.

Un événement est corrélé à un autre dans telle et telle proportion de cas.

*1'906: "A mathematical theory of random migration"*

*1'930: "On a new theory of progressive evolution"*

### **1'860-1'948 Thompson d'Arcy Wenworth**

*1'917: "On growth and form"*

Invention de la biophysique.

### **1'864-1'909 Minkowski Hermann**

*1'907: "Das Relativitätsprinzip"*

*1'908: "Die Grundgleichungen für die elektromagnetischen Vorgänge in bewegten Körpern"*

*1'909: "Raum und Zeit"*

### **1'865-1'937 Wheller William Morton**

*1'911: "Ants, Their Structure, Development and Behaviour"*

Formidable!

### **1'857-1'936 Bally Charles**

Elève de De Saussure Ferdinand (1'857-1'913).

Prolonge la trajectoire de son professeur.

*1'913: Linguistique systémique*

*1'913: "Le langage et la vie"*

*1'922: "La pensée et la langue"*

*1'940: "L'arbitraire du signe. Valeur et signification"*

### **1'861-1'916 Duhem Pierre**

Vision macroscopique de la thermodynamique en opposition à la vision atomique.

*1'886: "Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique"*

*1'888: "De l'aimantation par influence"*

*1'889: "Des corps diamagnétiques"*

*1'893: "Introduction à la mécanique chimique"*

*1'894: "Sur les déformations permanente de l'hysteresis"*

*1'895: "Les théories de la chaleur"*

***1'895: Introduction du potentiel chimique***

*1'902: "Thermodynamique et chimie"*

*1'906: "Etudes sur Léonard de Vinci"*

*1'911: "Traité de l'énergétique"*

***1'911: Equivalence chaleur-charge-mouvement***

*1'913: "Le système du monde"*

### **1'865-1'950 Nagaoka Antaro**

***1'904: Nuage atomique***

Suppose qu'une charge positive est concentrée au centre de l'atome et que les électrons forment un anneau autour d'un noyau comme celui de Saturne.

### **1'867-1'940 Buckingham Edgar**

*1'902: "Theory of thermodynamics"*



***1'914: Théorème pi***

*1'914: "On the similarity of physical systems"*

*1'915: "The similitude principle"*

*1'915: "Model experiments and the form of empirical equations"*

*1'920: "Jet propulsion for airplanes"*

Expose son théorème Pi qui sera la base mathématique de la science dimensionnelle.

"S'il existe une relation unique entre  $n$  entités qui impliquent  $k$  dimensions, alors il existe aussi une relations entre  $n-k$  groupes abstraits comprenant les  $n$  entités".

**1'868-1'951 Sommerfeld Arnold**

*1'908: "4ème Congrès international des mathématiciens - Rome"*

Présente un nombre qu'il appelle le "Nombre de Reynolds" en honneur de Reynolds.

**1'871-1'937 Rutherford Ernest**

*1'911: Noyau atomique*

Utilisant les données de Geiger et Marsden, confirme l'atome possède un noyau dans lequel les charges positives sont concentrées.

*1'919: Transmutation*

Croyant avoir désintégré un noyau d'azote (alors qu'il avait fusionné un noyau d'hélium a un noyau d'azote, libérant ainsi un proton) il affirme que les transmutations sont possibles mais seulement aux hautes énergies.

Il prévoit que des particules à haute énergie deviendront disponibles et ouvre ainsi la voie à la physique des hautes énergies

**1'873-1'951 Harkins William**

*1'915: Le nouveau noyau*

Harkins reconstruit le tableau des éléments en considérant que leurs propriétés chimiques dépendent de la structure d'un noyau constitué d'une somme de noyaux d'hydrogène et d'hélium.

***1'920: Neutron***

Prévoit l'existence du neutron qui sera découvert par Chadwick en 1'932.

Pour lui, le noyau d'hydrogène peut capturer son électron, ce qui donne un neutron. Les électrons capturés assurent l'accrochage des protons. Pour Chadwick, le neutron est seulement une nouvelle particule qui ne contient pas d'électron mais le crée au moment du changement.

***1'921: Le nouveau neutron***

Complète sa première version du modèle alpha étendu en supposant que le neutron est la somme d'un proton et d'un électron.

Introduit en outre 3 polynutrons, respectivement le deutérium  $2n$ , le tritium  $3n$  et l'hélium  $4n$  (particule alpha).

***1'928: Transmutation***

Essaie, sans y parvenir, de produire un isotope 200 de l'or ( $Au\ 79p + 118n = 197$ ) en introduisant un électron dans un noyau de mercure ( $Hg\ 80p + 120n = 200$ ), ce qui neutraliserait un proton en en faisant un neutron ( $79p + 121n = 200$ ).

**1'875-1'953 Prandtl Ludwig**

Un génie de la dynamique des fluides.

*1'931: "Führer durch die Strömunglehre"*

Gendre de Föppl August (1'854-1'924) et oncle de Thoma Jean (1'927-2'011).

**1'875-1'946 Lewis Gilbert**

***1'904: Octets***

Propose la règle de l'octet pour décrire la tendance des atomes à s'entourer de 8 électrons de valence sur leur dernière couche.

***1'916: Le nouvel atome***

Introduit un modèle rigide de l'atome en affirmant que le modèle de Bohr, avec des électrons dont le mouvement ne provoque aucun effet sur des charges externes, ne tient pas.

Identifie la liaison covalente comme un partage d'électron entre 2 atomes.

***1'926: Photon***

Introduit le terme "photon" pour désigner un quantum d'énergie rayonnante.

***1'933: Eau lourde***

Réussit à fabriquer de l'eau lourde et étudie la vie dans ce milieu.

**1'875-1'961 Jung Gustav**

Etudes sur la synchronicité et la causalité avec Pauli Wolfgang (1'900-1'958), Directeur de thèse de Thoma Jean (1'927-2'011).

*1'912: "Psychoanalysis"*

*1'928: "Uber die Energetik der Seele" ("L'énergie psychique")*

*1'934: "Les archétypes de l'inconscient collectif"*

*1'957: "Gegenwart und Zukunft" ("Présent et futur")*

*1'964: "L'homme et ses symboles" (métaphores)*

*"C'est parce que d'innombrables faits se situent au-delà de l'entendement humain que nous utilisons constamment des termes symboliques, des métaphores pour représenter des idées que nous ne pouvons ni définir ni comprendre pleinement."*

**1'877-1'955 Avery Oswald**

***1'944: L'ADN est constitué de gènes***

L'ADN est constitué de gènes qui sont des unités héréditaires.

*1'944: "Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types"*

**1'879-1'955 Einstein Albert**

*1'905: "Electrodynamique des corps mouvants"*

Reprend sans le citer les idées publiées par August Föppl en 1'894 dans:

"Einführung in die Maxwellshe Theorie der Elektrizität" ("Introduction à la théorie de l'électricité de Maxwell"),

et en 1'897 dans:

"Die Geometrie der Wirbelfelder" ("La géométrie de l'espace courbe").

Annotation manuelle de Föppl dans un exemplaire de son livre "Die Geometrie der Wirbelfelder (en marge de la ligne 5 de la page 5): "Einstein vorausgesagt" ("dit avant Einstein").

Reprend aussi, de nouveau sans le citer, l'équation

$$E=mc^2$$

publiée par Olinto de Preto à Venise en 1'903 dans les Actes de l'Institut royal vénitien des science (page 459, 4<sup>ème</sup> ligne).

### **1'881-1'942 Thoma Dieter**

Fils de Föppl August (1'854-1'924) et oncle de Thoma Jean (1'927-2'011).

Invente le Nombre de Thoma dit aussi Nombre de cavitation, permettant de savoir de combien la pression dans un liquide est proche de la pression de vaporisation.

*1'921: "Hochleistungskessel"*

### **1'881-1'948 Tolman Richard**

*1'912: "Analyse de la résistance de l'éther au champ magnétique"*

Reprend le concept de masse relativistique et en disant qu'elle doit être représentée par la formule  $E = m c^2$ .

*1'914: Théorie de la chaleur spécifique*

Utilise l'analyse essentielle pour comprendre la théorie de la chaleur spécifique publiée par Debye.

### **1'882-1'962 Riabouchinsky Dimitri**

*1'811: "L'aérophile"*

Redécouvre le théorème de Pi Vaschy indépendamment de ce dernier en analysant les données d'un tunnel aérodynamique insistant sur le fait qu'il fournit une base mathématique à l'analyse essentielle.

### **1'882-1'961 Bridgman Percy**

*1'922: "Dimensional Analysis"*

*1'936: "The nature of physical theory"*

*1'950: "Reflections of a physicist"*

*1'959: "The way things are"*

Présente une revue de l'analyse essentielle et une preuve de la validité de la méthode des indices de Rayleigh.

### **1'883-1'960 Guillaume Gustave**

*1'919: "Le problème de l'article et sa solution en langue française"*

*1'929: "Temps des verbes: théorie des aspects, des modes et des temps"*

***1'929: Linguistique systémique***

*1'939: "Comment se fait un système grammatical"*

*1'945: "L'architectonique du temps dans les langues classiques"*

*1'952: "La langues est-elle ou n'est-elle pas un système"*

*1'953: "Psycho-systématique et psycho-sémiologie du langage"*

*1'964: "Langage et science du langage"*

### **1'884-1'966 Debye Peter**

*1'912: "Théorie spécifique de la chaleur"*

Etend la théorie de la chaleur en tenant compte de l'influence des charges électriques sur la forme des molécules.

### **1'885-1'950 Weyl Hermann**

*1'913: "Die Idee der Riemannschen Fläche"*

*1'918: "Raum, Zeit, Materie"*

*1'923: "Mathematische Analyse des Raumproblems"*

*1'924: "Was ist Materie"*

*1'934: "Mind and nature"*

*1'949: "Philosophy of mathematics and natural science"*

"That homo sapiens contains a screw, turning the same way in all individuals is proved by the fact that man contracts phenylketonuria leading to amentia when a certain quantity of levo-phenylamine is added to its food whilst the dextro form has no such disastrous effect."

### **1'885-1'962 Bohr Niels**

*1'913: Atome planétaire*

Introduit son modèle planétaire de l'atome.

### **1'887-1'963: Schrödinger Erwin**

*1'926: "Quantisierung als Eigenwertproblem"*

Matrices quantiques donnant l'équation d'onde.

*1'944: "What is life"*

Prépare le terrain pour la découverte de la structure de l'ADN dans son chapitre *"Negentropy. Concepts for genetic code"*.

### **1'887-1'973 Thoma Hans**

Père de Thoma Jean (1'927-2'011) et fils de Thoma Richard (1'847-1'923).

*1'949: Pompe hydraulique à barillet.*

## **1'889-1'970 Parson Alfred**

### *1'915: Magneton*

Introduit le champ magnétique dans la structure de l'atome avec son magneton, un électron magnétique, un anneau qui produit un champ magnétique.

## **1'890-1'962 Fisher Ronald (72)**

Reprend l'idée de tables de contingence de Pearson et les idées de différences de Mill.

Aboutit à l'idée d'essai randomisé contrôlé qui devient l'étalon or de la science,

### *1'925: "Statistical methods for research workers"*

Le découpage aléatoire en deux d'une population suppose que les facteurs interférant avec le résultat seront uniformément répartis dans les deux groupes.

Un groupe est traité et l'autre sert de groupe de contrôle.

S'il y a une différence entre les deux groupes, alors on peut en déduire que le traitement a une influence.

### *1'935: "The design of experiments"*

L'expérience aléatoire contrôlée ne contrôle qu'une seule variable à la fois et doit concerner une population considérable.

En outre, elle ne tient pas compte de l'environnement et de ses perturbations.

### *1'956: "Statistical methods and scientific inference"*

Reprend la logique utilisée par les ingénieurs dans leurs analyses dimensionnelles.

## **1'891-1'974 Chadwick James**

### *1'932: Le neutron*

Isole le neutron.

## **1'892-1'964 Koyré Alexandre**

1'939: "*Etudes galiléennes*"

**1'957: *Philosophie systématique***

1'957: "*From the closed world to the infinite universe*"

1'961: "*La révolution astronomique*"

1'966: "*Etudes d'histoire de la pensée scientifique*"

**1'892-1'987 De Broglie Louis**

**1'924: *Théorie ondulatoire de la lumière***

Dualité onde-corpuscule.

**1'894-1'964 Wiener Norbert**

1'914: "*A simplification in the logic of relations*"

1'930: "*General harmonic analysis*"

1'940: "*Interpolation, extrapolation and smoothing of stationary time series*" (postwar 1'949)

**1'948: *Cybernétique***

1'948: "*Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*"

1'954: "*Invention: the care and feeding of ideas*" (posthume 1'993)

**1'896-1'980 Piaget Jean**

"Si j'avais une idée tout à fait nouvelle, je ne pourrais pas la comprendre."

"Comprendre, c'est inventer."

1'923: "*Le langage et la pensée chez l'enfant*"

1'926: "*La représentation du monde chez l'enfant*"

1'927: "*La causalité physique chez l'enfant*"



1'936: "*La naissance de l'intelligence chez l'enfant*"

1'937: "*La construction du réel chez l'enfant*"

1'941: "*Le développement des quantités chez l'enfant: conservation et atomisme*"

1'942: "*Classes, relations et nombres*"

1'946: "*Le développement de la notion de temps chez l'enfant*"

1'947: "*La psychologie de l'intelligence*"

1'948: "*La géométrie spontanée chez l'enfant*"

1'949: "*La représentation de l'espace chez l'enfant*"

**1'950: *Epistémologie systémique***

1'950: "*Introduction à l'épistémologie génétique*"

1'950: "*La pensée physique*"

1'952: "*Essai sur les transformations des opérations logiques: les 256 opérations ternaires*"

1'964: "*L'épistémologie de l'espace*"

1'967: "*Logique et connaissance scientifique*"

1'968: "*Le structuralisme*"

1'971: "*Les explications causales*"

1'972: "*La direction des mobiles lors de chocs et de poussées*"

1'972: "*La transmission des mouvements*"

1'973: "*La formation de la notion de force*"

1'973: "*La composition des forces et le problème des vecteurs*"

1'983: "*Psychogénèse et histoire des sciences*"

**1'900**

## **1'900-1'958 Pauli Wolfgang**

Directeur de thèse de Thoma Jean (1'927-2'011).

*1'921: "Theory of relativity"*

*1'927: Matrices de Pauli*

*1'950: "Pauli lectures" (cours de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich.*

*"Dieu a créé le volume. Le diable, la surface"*

## **1'901-1'954 Fermi Enrico**

*1'935: Pile nucléaire*

Essayant de construire un générateur de neutrons, réalise une fusion entre de la glace lourde et du deutérium sans y prêter attention.

## **1'901-1'976 Heisenberg Werner**

Concurrent de Shrödinger Erwin (1'887-1'961) et très critique de sa théorie des matrices quantiques, très complexe.

## **1'902-1'982 Dirac Paul**

Originaire de Saint-Maurice, Suisse.

*1'930: "The principles of quantum mechanics"*

*1'958: Impulsion de Dirac*

*1'958: "The delta function"*

*1'975: "General theory of relativity"*

Unité de discours: le dirac = 1 mot à l'heure.

## **1'904-1'968 Gamow George**

**1'931: Noyau goutte d'eau**

*1'931: "Constitution of atomic nuclei and radioactivity"*

*1'937: "Structure of atomic nuclei and nuclear transformations"*

*1'945: "Mr Tompkins explores the atom"*

*1'947: "One, two, three...infinity"*

*1'949: "Theory of atomic nucleus and nuclear energy sources"*

*1'958: "Matter, earth and sky"*

*1'961: "The atom and it's nucleus"*

*1'961: "The great physicists from Galileo to Einstein"*

**1'905-1'989 Segrè Emilio**

*1'950: "Spontaneous fission"*

*1'964: "Nuclei and particles"*

*1'980: "From X-rays to quarks"*

*1'984: "From falling bodies to radio waves"*

**1'906-1'938 Majorana Ettore**

*1'931: "Sulla formazione dell'ione di elio"*

*1'931: "Reazione pseudopolare fra atomi di idrogeno"*

*1'932: "Atomi orientate in campo magnetico variabile"*

*1'932: "Il valore delle legge statistiche nella fisica e nelle scienze sociali"*

*1'932: "Teoria relativista con di particelle con momento intrinseco arbitrario"*

*1'937: "Teoria simmetrica dell'eletrone e del positrone"*

### **1'909-1'992 Langhaar Henry**

*1'951: "Dimensional Analysis and the Theory of Models"*

Formule l'analyse naturelle sous forme matricielle.

Prouve le concept d'homogénéité naturelle.

### **1'909-2'000: Ladame Paul Alexis**

Professeur de méthodologie de l'information et de la désinformation, Université de Genève.

*"Dante, prophète d'un monde uni"*

*"Le fidèle d'amour. L'extraordinaire histoire de Pico della Mirandola, Comte de la concorde"*

*"La conquête du cosmos"*

*"Une camera contre Hitler"*

### **1'910-1'984 Don Borghi Carlo**

*1'955: Synthèse du neutron*

Se fondant sur l'hypothèse de Rutherford affirmant que le neutron est un atome d'hydrogène comprimé dans le cœur des étoiles, synthétise des neutrons à partir de protons et d'électrons dans une chambre à faible pression contenant de l'hydrogène partiellement ionisé soumis à un arc électrique et des ondes qui compriment l'électron dans le proton pour donner un neutron.

### **1'910-2'010 Jammer Max**

*1'954: Conceptualisation systémique*

*1'954: "Concepts of space. The history of theories of space in physics"*

*1'957: "Concept of force. A study on the foundations of dynamics"*

*1'961: "Concepts of mass in classical and modern physics"*

*2'006: "Concepts of simultaneity. From antiquity to Einstein and beyond"*

*2'007: "Concepts of time in physics. A synopsis"*

### **1'911-1'986 Leroy-Ghouran André**

*1'943: "L'homme et la matière"*

*1'945: "Milieu et techniques"*

*1'964: Ethnologie systémique*

*1'964: "Le geste et la parole – Technique et langage"*

*1'965: "Le geste et la parole – Mémoire et rythmes"*

### **1'911-2'008 Wheller John**

*1'951: Stellarator*

Fusion nucléaire.

*1'952: Bombe à hydrogène*

Bombe thermonucléaire.

*1'961: "Géometrodynamic and the problem of motion"*

Unification de la gravité et de l'électromagnétisme par la géométrie de l'espace-temps courbe.

Suit les idées de Föppl August (1'854-1'924) et grand-père de Thoma Jean (1'923-2'011).

### **1'916-2'004 Crick Francis**

*1'953: "Molecular structure of nucleic acids. A structure for deoxyribose nucleic acid"*

*1'958: "On protein synthesis"*

### **1'918-1'988 Feynman Richard**

*1'942: "The principle of least action in quantum mechanics"*

*1'949: "Space-time approach to quantum electrodynamics"*

***1'950: Graphes énergétiques***

*1'950: "Mathematical formulation of the quantum theory of electromagnetic interaction"*

*1'968: "What is science"*

### **1'918-2'016 Forrester Jay**

Le premier économiste systémique.

***1'960: Ecologie systémique***

*1'961: "Industrial dynamics"*

*1'968: "Principle of systems"*

*1'961: "Urban dynamics"*

*1'961: "World dynamics"*

### **1'919-2'020 Bunge Mario**

***1'959: Philosophie systémique***

*1'959: "Causality and modern science"*

*1'980: "The mind-body problem"*

### **1'920-1'958 Franklin Rosalind**

***1'950: Structure de l'ADN***

La première à comprendre la structure de l'ADN par ses études cristallographiques.

*1'959: "Evidence for 2-Chain Helix in Crystalline Structure of Sodium Deoxyribonucleate"*

### **1'922-1'983 Goffman Erving**

Le premier psychologue systémique.

***1'959: Interaction systémique***

*1'959: "The presentation of self in everyday life"*

*1'961: "Encounters: two studies in the sociology of interaction"*

*1'969: "Strategic interaction"*

*1'974: "Frame analysis: an essay on the organization of experience"*

*1'979: "Gender advertisements"*

**1'923-2'002 Paynter Henry**

Premier automaticien systémique.

***1'960: Graphes systémiques***

*1'961: "Analysis and design of engineering systems"*

**1'927-2'011 Mentha Gérald*****1'948: Démographie systémique***

Un génie de la dynamique des populations.

*1'948: "Les causes de décès en Suisse, étudiées à la lumière de la démographie actuelle et de la démographie potentielle"*

Prévoit en 1'948 dans ce livre que le système des retraites tel qu'il est introduit après la seconde guerre mondiale devrait s'effondrer vers les années 2'020, et explique pourquoi.

Invente la valoristie avec Georges Michelet.

*1'936: "Principes de valoristie" (Georges Michelet)*

*1'944: "Valeur, prix, monnaie" (Georges Michelet)*

*1'951: "La stabilité monétaire" (Georges Michelet)*

**1'927-2'011 Thoma Jean**

Petit-fils de Föppl August (1'954-1'924),  
 et petit-fils de Thoma Richard (1'847-1'923),  
 neveu de Thoma Hans (1'887-1'973), de Thoma Dieter (1'881-1'942) et de  
 Prandtl Ludwig (1'875-1'953),  
 co-auteur de Mocellin Gianni (1'949-).

*1'950: Lambretta hydraulique*

*1'964: "Hydrostatische Betriebe"*

*1'975: Thermodynamique systémique*

*1'975: "Introduction to Bond Graphs and their Application"*

*2'006: "Simulation with entropy in engineering thermodynamics"*

### **1'927-2'016 Minski Marwin**

*1'961: "Steps toward artificial intelligence"*

*1'967: "Computation: finite and infinite machines"*

*1'986: "The society of mind"*

*2'006: "The emotion machine"*

Cofondateur et codirecteur du Laboratoire d'intelligence artificielle du MIT avec Papert Seymour.

### **1'928- Watson James**

*1'953: "Molecular structure of nucleic acids"*

Conçoit avec Crick Francis (1'916-2'004) un système hélicoïdal constitué de deux spirales de séquences de 4 bases azotées pour décrire l'hérédité.

Décrit le processus qui permet à l'ADN de se répliquer en formant une copie identique à elle-même dans une cellule mère afin de pouvoir se diviser en deux cellules filles identiques.



**1'928-2'016 Papert Seymour**

*1'967: Logo*

*1'968: Tortue*

*1'969: Perceptron*

*1'988: "An introduction to computational geometry"*

Cofondateur et codirecteur du Laboratoire d'intelligence artificielle du MIT avec Minski  
Marwin.

**1'929- Wilson Edward**

*1'970: Sociologie systémique*

*1'975: "Sociobiology: the new synthesis"*

Discutable.

*1'990: "The ants"*

Indiscutable.

**1'930- 2'000 Szücs Ervin**

*1'976: "Dialoge über technische prozesse"*

*1'980: "Similitude and modeling"*

**1'930- Mayr Otto**

*1'969: Automatique systémique*

*1'969: "Zur frühgeschiste der technischen Regelungen"*

*1'986: "Authority, Liberty and Automatic Machinery in Early Modern Europe"*

**1'931- Atlan Henri**

*1'979: "Entre le cristal et la fumée"*

***1'999: Génétique systémique***

*1'999: "La fin du tout génétique"*

*2'002: "La science est-elle inhumaine?"*

*2'005: "L'uterus artificiel"*

*2'011: "Le vivant post-génomique ou qu'est-ce que l'auto-organisation"*

**1'932-1'977 Solari Luigi**

***1'961: Econométrie systémique***

*1'961: "De l'économie qualitative à l'économie quantitative"*

**1'933-2'015 Pelt Jean-Marie**

*1'970: "Evolution et sexualité des plantes"*

*1'980: "Les plantes: amours et civilisations végétales"*

*1'981: "La prodigieuse aventure des plantes"*

***1'950: Botanique systémique***

*1'984: "La vie sociale des plantes"*

*1'996: "Les langages secrets de la nature"*

*2'000: "La terre en héritage"*

*2'009: "La raison du plus faible"*

*2'011: "L'évolution vue par un botaniste"*

**1'933- Hestenes David**

*1'966: Calcul systématique*

*1'966: "Space-time algebra"*

*1'999: "New foundations for classical mechanics"*

### **1'934-2'010 Keagan George**

*1'976: Stratégie systématique*

*1'976: "The face of battle"*

*1'981: "The nature of war"*

*1'987: "The mask of command"*

*1'993: "A history of warfare"*

*1'996: "Warpaths"*

*2'003: "Intelligence in war"*

### **1'936- Corballis Michael**

*1'976: Latéralisation systématique*

*1'976: "The psychology of left and right"*

*1'984: "Human bilaterality"*

*2'003: "From hand to mouth: the origins of language"*

*2'011: "The recursive mind"*

*2'014: "The wandering mind"*

### **1'937- De Rosnay Joël**

*1'976: Biologie automatique*

*1'976: "Le macroscope"*

1'983: "*Les chemins de la vie*"

### **1'940-2'015 Vogel Steven**

*1'975: Biologie systémique*

1'975: "*Life in moving fluids: the physical biology of flow*"

2'003: "*Comparative biomechanics: life's physical world*"

2'009: "*Glimpses of creatures in their mechanical worlds*"

2'016: "*Why the wheel is round: muscles, technology, and how we make things move*"

### **1'941- Lakoff George**

1'970: "*Irregularity in syntax*"

1'980: "*Metaphors we live by*"

*1'987: Categorisation systémique*

1'987: "*Women, fire and dangerous things. What categories reveal about the mind*"

2'000: "*Where mathematics come from*"

### **1'946- Haynes Robin**

*1'982: Géographie systémique*

1'982: "*An introduction to dimensional analysis for geographers*"

2'010: "*Dimensional analysis: some applications in human geography*"

### **1'947-2'019 Ifrah George**

*1'981: Codage systémique*

1'981: "*Histoire universelle des chiffres*"

1'985: "*Les chiffres ou l'histoire d'une grande invention*"

### 1'950- Axelrod Robert

1'984: *Cooperation systématique*

1'984: "*The evolution of cooperation*"

1'997: "*The complexity of cooperation*"

2'001: "*Harnessing complexity*"

### 1'945-2'015 Monti Roberto

1'980: *Chimie systématique*

Réussi la transmutation de mercure ayant servi dans des commutateurs électriques à haute tension en or.

$$\text{H } 1\text{p} + 0\text{n} = 1 \quad 1 = 1$$

$$\text{He } 2\text{p} + 0\text{n} = 2 \quad 2 = 2$$

$$\text{Li } 3\text{p} + 4\text{n} = 7 \quad 3 = 2 + 1$$

$$\text{Na } 11\text{p} + 12\text{n} = 23 \quad 11 = 8 + 2 + 1$$

$$\text{Cu } 29\text{p} + 34\text{n} = 63 \quad 29 = 2 + 8 + 18 + 1$$

$$\text{Ag } 47\text{p} + 61\text{n} = 108 \quad 47 = 2 + 8 + 18 + 18 + 1$$

$$\text{Au } 79\text{p} + 118\text{n} = 197 \quad 79 = 2 + 8 + 18 + 32 + 18 + 1$$

$$\text{Hg } 80\text{p} + 120\text{n} = 200 \quad 80 = 2 + 8 + 19 + 32 + 18 + 1$$

$$\text{Gd } 64\text{p} + 93\text{n} = 157 \quad 64 = 2 + 8 + 18 + 25 + 9 + 2$$

$$\text{U } 92\text{p} + 146\text{n} = 238 \quad 92 = 2 + 8 + 18 + 32 + 21 + 9 + 2$$

$$\text{Pu } 94\text{p} + 148\text{n} = 242 \quad 94 = 2 + 8 + 18 + 32 + 24 + 8 + 2$$

### 1'946- Kövecses Zoltan

**1'986: *Métaphore systémique***

1'986: "*Metaphors of anger, pride and love*"

1'988: "*The language of love. The semantics of passion in conversational english*"

1'990: "*Emotion concepts*"

2'000: "*Metaphor and emotion: language, culture and body in human feeling*"

2'002: "*Metaphor: a practical introduction*"

2'006: "*Language, mind and culture*"

2015: "*Where metaphor come from*"

**1'947- Abelson Harold**

**1'985: *Robots fractals autonomes***

1'986: "*Turtle geometry: the computer as a medium for exploring mathematics*"

**1'947- Sussman Jay**

**1'985: *Moteur d'inférence***

1'985: "*Structure and interpretation of computer programs*"

2'001: "*Structure and interpretation of classical mechanics*"

**1'950- Langley Pat**

**1'987: *Science systémique***

1'987: "*Scientific discovery: computational explorations of creative processes*"

1'990: "*Computational models of scientific discovery and theory formation*"

1'998: "*The computer aided discovery of scientific models*"

2'002: "*Inducing process models from continuous data*"

2'003: *"An interactive environment for scientific model construction"*

2'010: *"Integrated systems for inducing spatio-temporal process models"*