

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft =
Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della
Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 135 (1955)

Vereinsnachrichten: Section de mathématiques

Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

1. Section de mathématiques

Séance de la Société suisse de mathématiques

Dimanche le 25 septembre 1955

Président: Prof. Dr. J. J. BURCKHARDT (Zürich)

Secrétaire: Prof. G. VINCENT (Lausanne)

1. SOPHIE PICCARD (Neuchâtel). – *Les systèmes fixes d'éléments générateurs d'un groupe.*

Soit G un groupe d'ordre fini N qui admet des automorphismes externes de deux espèces. Un automorphisme externe est dit de première espèce s'il fait correspondre à tout élément a de G son transformé bab^{-1} par un élément fixe b d'un groupe G_1 plus vaste que G et dont G est un sous-groupe distingué. Un automorphisme externe est dit de seconde espèce s'il ne peut pas être réalisé de cette façon. Soit $\mathcal{A}_1$ [$\mathcal{A}_3$] le groupe de tous les automorphismes internes (de tous les automorphismes) du groupe G . L'ensemble $\mathcal{A}_2$ de tous les automorphismes internes et externes de première espèce constitue également un groupe dont $\mathcal{A}_1$ est un sous-groupe distingué et qui est à son tour un sous-groupe de $\mathcal{A}_3$. Quel que soit l'élément a et quel que soit l'automorphisme A de G , nous désignons par Aa l'élément de G homologue de a dans A . Nous appelons base de G tout système d'éléments indépendants générateurs de G . Tout automorphisme de G transforme une base de G en une base de G (pas nécessairement distincte de la première). Soit A un automorphisme, soit $a_1, \dots, a_m$ une base quelconque de G et soit $Aa_i = b_i, i = 1, \dots, m$. Les m couples ordonnée $a_i, b_i (i = 1, \dots, m)$ définissent l'automorphisme A de façon univoque. m est l'ordre de chacune des bases $a_1, \dots, a_m$ et $b_1, \dots, b_m$. On peut répartir aussi bien les éléments que les bases d'ordre donné de G en classes d'éléments respectivement de bases équivalents relativement à chacun des trois groupes $\mathcal{A}_i$. Nous dirons, pour abréger, que deux éléments a et b de G sont i -équivalents s'il existe un automorphisme A du groupe $\mathcal{A}_i$, tel que $Aa = b$, et nous dirons que deux bases d'ordre m : $a_1, \dots, a_m$ et $b_1, \dots, b_m$ de G sont i -équivalentes s'il existe un automorphisme A du groupe $\mathcal{A}_i$, tel que $Aa_j = b_j, j = 1, \dots, m$, quel que soit $i = 1, 2, 3$. Deux éléments ou deux bases 1-équivalents de G sont conjugués. Deux bases équivalentes sont caractérisées par les mêmes relations fondamentales. Tout automorphisme du groupe $\mathcal{A}_i$ transforme en elle-même chaque classe d'éléments i -équivalents de G . Nous disons qu'un élé-

ment a de G est un élément fixe d'un automorphisme A si $Aa = a$. Nous disons qu'une base de G est une base fixe d'un automorphisme A si cette base est transformée en elle-même par A . L'élément unité 1 de G est fixe dans tous les automorphismes de G et l'automorphisme identique A_0 laisse fixes tous les éléments et toutes les bases de G . Une base fixe a_1, a_2 du second ordre d'un automorphisme A détermine ce dernier de façon univoque et, si $A \neq A_0$, on a $Aa_1 = a_2, Aa_2 = a_1, A^2 = A_0$, autrement dit l'automorphisme A est du second ordre, il permute les deux éléments a_1 et a_2 et la base a_1, a_2 n'est fixe dans aucun autre automorphisme non identique du groupe G . Supposons que G possède des bases du second ordre et que son centre est d'ordre 1, soit ν_i l'ordre du groupe $\mathcal{A}_i$, $i = 1, 2, 3$. Soit a_1, a_2 une base de G . Nous disons que cette base est de première espèce par rapport aux automorphismes du groupe $\mathcal{A}_i$ si la base envisagée n'est fixe dans aucun des automorphismes $\neq A_0$ de $\mathcal{A}_i$ et nous disons que la base a_1, a_2 est de seconde espèce par rapport aux automorphismes du groupe $\mathcal{A}_i$ s'il existe un automorphisme $A \neq A_0$ du groupe $\mathcal{A}_i$ qui laisse cette base fixe, quel que soit $i = 1, 2, 3$. Pour toute base de première (seconde) espèce par rapport aux automorphismes du groupe $\mathcal{A}_i$ il existe ν_i ($\nu_i/2$) bases de G qui lui sont i -équivalentes, quel que soit $i = 1, 2, 3$.

Tout automorphisme effectue une substitution des éléments de G . L'étude de ces substitutions permet de déterminer les bases de G et l'examen des substitutions des éléments de G qui correspondent aux automorphismes du second ordre permet de déterminer toutes les bases de seconde espèce.

Envisageons, à titre d'exemple, l'alterné $\mathfrak{A}_6$ de degré 6. Il possède, comme on sait, 360 automorphismes internes, 360 automorphismes externes de première espèce et 720 automorphismes externes de seconde espèce. Le groupe $\mathcal{A}_1$ ($\mathcal{A}_2$) est simplement isomorphe à $\mathfrak{A}_6$ ($\mathfrak{S}_6$) et chaque automorphisme interne ou externe de première espèce est représenté par une substitution paire des éléments de $\mathfrak{A}_6$. Par contre, les automorphismes externes de seconde espèce sont représentés par des substitutions impaires des éléments de $\mathfrak{A}_6$. 144 de ces substitutions sont d'ordre 10, 360 d'ordre 8, 180 d'ordre 4 et 36 du second ordre. Les deux éléments de toute base fixe dans un automorphisme externe de seconde espèce de $\mathfrak{A}_6$ figurent dans une transposition de la substitution du second ordre qui représente un automorphisme externe déterminé de seconde espèce du groupe $\mathfrak{A}_6$. Chaque automorphisme externe de seconde espèce de $\mathfrak{A}_6$ qui est du second ordre laisse fixe 10 éléments du groupe, notamment quatre cycles du 5^{me} ordre, cinq doubles transpositions et 1 et il laisse fixes 140 bases du second ordre de $\mathfrak{A}_6$. Le nombre total des bases de $\mathfrak{A}_6$ laissées fixes par l'un quelconque des automorphismes externes de seconde espèce de $\mathfrak{A}_6$ est de 5040. Le nombre total des bases de $\mathfrak{A}_6$ laissées fixes par un quelconque des automorphismes internes $\neq A_0$ de $\mathfrak{A}_6$ est de 2160. 720 bases de $\mathfrak{A}_6$ au total sont laissées fixes par les différents automorphismes externes de première espèce et le nombre total des bases du second ordre de $\mathfrak{A}_6$ qui sont de seconde espèce par rapport aux automorphismes du

groupe $\mathcal{A}_3$ est de 7920 alors que 30 240 bases du second ordre de $\mathfrak{A}_6$ sont de première espèce et ne sont laissées fixes par aucun automorphisme $\neq A_0$ de $\mathcal{A}_3$.

2. SOPHIE PICCARD (Neuchâtel). — *Quelques problèmes de la théorie des groupes.*

Soit G un groupe d'ordre fini N défini par un système d'éléments générateurs 1) $a_1, \dots, a_m$ liés par les relations caractéristiques 2) $f_i(a_1, \dots, a_m) = 1, i = 1, \dots, k$. Appelons multiplication la loi de composition du groupe G et appelons base d'ordre m de G le système d'éléments générateurs 1). Il n'est généralement pas aisé d'étudier la structure d'un groupe G ainsi défini. Il existe cependant des cas où un simple examen des relations 2) fournit de nombreux renseignements sur la structure de G et permet de déceler la présence de certains sous-groupes distingués, de déterminer le nombre minimum d'éléments générateurs de G , d'indiquer une borne supérieure au nombre total des bases minima et une borne inférieure au nombre total de sous-groupes distingués de G , etc. Nous nous sommes attachés aux cas suivants.

Soit n un entier quelconque ≥ 2 et soit 3) $a_{l_1}, a_{l_2}, \dots, a_{l_t}$ ($1 \leq t \leq m$, $1 \leq l_1 < l_2 < \dots < l_t \leq m$) t éléments quelconques de la base 1). Nous disons que G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à l'ensemble de ces éléments si f_i est de degré $\equiv 0 \pmod{n}$ par rapport à l'ensemble des éléments 3) quel que soit $i = 1, \dots, k$, et nous disons que G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments 3) si f_i est de degré $\equiv 0 \pmod{n}$ par rapport à $a_{l_j}, j = 1, \dots, t, i = 1, \dots, k$.

Si G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments 3), il jouit évidemment aussi de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à l'ensemble de ces éléments. La réciproque n'est pas vraie. Si $t < m$, le groupe G peut jouir de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments 3) de la base 1) et être dépourvu de la même propriété par rapport à une seconde base de G . Par contre, si le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments de sa base 1), cette base est minimum et le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à tout élément de chacune de ses bases minima.

Si le groupe G jouit de l'une ou l'autre des propriétés $P \pmod{n}$ par rapport aux éléments 3) de l'une quelconque de ses bases 1), G n'est pas simple et il possède au moins un sous-groupe distingué d'ordre N/n , l'ordre de chacun des éléments 3) ainsi que l'ordre de G sont des multiples de n et on peut répartir les éléments de G en n classes $A_0, \dots, A_{n-1}$ composées chacune de N/n éléments de G et comprenant, avec tout élément a de G la classe entière des éléments de G conjugués à a . Les classes A , avec la loi de composition $A_u A_v = A_w$, où $w \equiv u + v \pmod{n}$ forment un groupe abélien d'ordre n dont l'élément zéro A_0 est un sous-groupe distingué de G .

Si le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments 3), on peut répartir les éléments de G en n^t classes $M_{i_1 \dots i_t}$,

où les indices $i_1, \dots, i_t$ sont des nombres de l'ensemble $\{0, \dots, n-1\}$. Chaque classe $M_{i_1 \dots i_t}$ comprend N/n^t éléments de G et elle contient avec tout élément a de G la classe entière des éléments de G conjugués à a . Si $t=m$, les classes M ont un caractère intrinsèque et sont indépendantes de la base 1). Avec la loi de composition $M_{u_1 \dots u_t} M_{v_1 \dots v_t} = M_{w_1 \dots w_t}$, où $w_j \equiv u_j + v_j \pmod{n}$, $j=1, \dots, t$, les classes M forment un groupe abélien Γ dont l'élément zéro $M_{00 \dots 0}$ est un sous-groupe distingué de G . Quel que soit le sous-groupe γ de Γ , la réunion des classes M qui constituent les éléments de γ est un sous-groupe distingué de G .

Si le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à l'ensemble [par rapport à chacun] des éléments 3) de sa base 1), il jouit évidemment de la propriété $P \pmod{d}$ par rapport à l'ensemble [par rapport à chacun] des éléments 3), quel que soit le diviseur $d > 1$ de n et par conséquent G possède au moins un sous-groupe distingué d'ordre N/d quel que soit le diviseur $d > 1$ de n . Si G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments 3), il possède au moins un sous-groupe distingué d'ordre N/d^t , quel que soit le diviseur $d > 1$ de n .

Si le groupe G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments de sa base 1), quel que soit le nombre premier p diviseur de n , le groupe G possède au moins $(p^m - 1)(p^m - p) \dots (p^m - p^{i-1}) / (p - 1)(p^i - p) \dots (p^i - p^{i-1})$ sous-groupes distingués distincts d'ordre N/p^{m-i} , $i = 1, \dots, m-1$.

Si G jouit de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à chacun des éléments de sa base 1), le nombre total n de bases minima de G satisfait l'inégalité $n \leq (N/p^m)^m (p^m - 1)(p^m - p) \dots (p^m - p^{m-1}) / m!$, où p est le plus petit diviseur premier de n .

Tout groupe abélien jouit de la propriété $P \pmod{\alpha_1}$ par rapport à chaque élément de n'importe laquelle de ses bases minima, α_1 désignant le plus petit des invariants du groupe considéré.

Il existe aussi des groupes non abéliens qui jouissent de la propriété $P \pmod{n}$ par rapport à tout élément de chacune de leur base minima. Ainsi, par exemple, le groupe non abélien G_{108} , d'ordre 108, engendré par les deux substitutions $S_1 = (1\ 2)(3\ 4)(5\ 6\ 7)(11\ 12\ 13\ 14\ 15\ 16)$, $S_2 = (1\ 3)(2\ 4)(5\ 6)(8\ 9\ 10)$ jouit par rapport à chacune des substitutions S_1 et S_2 de la propriété $P \pmod{6}$, puisque S_1 et S_2 sont liées par les relations fondamentales $S_1^6 = 1$, $S_2^6 = 1$, $S_2^2 S_1 S_2^4 S_1^5 = 1$, $S_2 S_1^3 S_2^5 S_1^3 = 1$.

3. H. MEIER (Zürich). — *Aus der Theorie der Abelschen Gruppen*¹.

4. M. KERVAIRE (Berne). — *Courbure intégrale généralisée et homotopie*¹.

5. G. VINCENT (Lausanne). — *Sur les représentations linéaires de certains groupes finis*¹.

¹ Paraîtront dans «L'ens. math.» 1955.

6. SOPHIE PICCARD (Neuchâtel). — Sur des ensembles parfaits.

Soit n un entier quelconque ≥ 3 qu'on prend pour base de numération. Soit $K = \{a_0, a_1, \dots, a_k\}$ un vrai sous-ensemble de l'ensemble $\{0, 1, \dots, n-1\}$, tel que $0 = a_0 < a_1 < \dots < a_k \leq n-1$ et soit $A = [a_0, a_1, \dots, a_k]_n$ l'ensemble des nombres du segment $\delta =]0, a_k/n - 1[$ qui peuvent s'écrire dans le système de numération à base n avec les seuls chiffres de l'ensemble K . On obtient l'ensemble A à partir du segment δ par la suppression successive d'intervalles contigus de rangs 1, 2, ... définis comme suit. Quel que soit l'entier $m \geq 1$, si $a_k < n-1$, les intervalles contigus de rang m sont les $(k+1)^{m-1}k$ intervalles (ouverts) de la forme $(0, a_1 a_2 \dots a_{m-1} a_i (a_k); 0, a_1 a_2 \dots a_{m-1} a_{i+1})$ où $a_j \in K$, $j = 1, \dots, m-1$ et $0 \leq i \leq k-1$. Et, si $a_k = n-1$, les intervalles contigus de rang m sont tous les intervalles de la forme $(0, a_1 a_2 \dots a_{m-1} a_m; 0, a_1 a_2 \dots a_{m-1} \beta_m)$ où $a_j \in K$, $j = 1, \dots, m-1$, $a_m = a_i + 1$ ($0 \leq i \leq k-1$, $a_{i+1} - a_i > 1$), $\beta_m = a_{i+1}$. Appelons intervalle contigu de rang 0 de A l'ensemble des nombres réels qui ne font pas partie de δ . Soit F la famille de tous les ensembles A . Deux ensembles de la famille F $A = [a_0, a_1, \dots, a_k]_n$ et $A' = [a'_0, a'_1, \dots, a'_{k'}]_{n'}$ peuvent être confondus sans que l'on ait les égalités $n = n'$, $k = k'$ et $a_i = a'_i$, $i = 1, \dots, k$, comme l'avaient remarqué M. Henri Cartan et Mlle Hélène Cartan qui avaient formulé deux critères permettant de résoudre le problème de l'identité de deux ensembles de la famille F . On a la proposition générale suivante; Soient $A = [a_0, a_1, \dots, a_k]_n$ et $A' = [a'_0, a'_1, \dots, a'_{k'}]_{n'}$ deux ensembles de la famille F , soit $K = \{a_0, a_1, \dots, a_k\}$ et soit $K' = \{a'_0, a'_1, \dots, a'_{k'}\}$. Si $A = A'$, il existe deux entiers positifs u et v , tels que $n^u = n'^v$ et que l'ensemble K_1 des entiers de la forme $n^{u-1}a_1 + n^{u-2}a_2 + \dots + a_u$, où $a_i \in K$, $i = 1, \dots, u$, se confond avec l'ensemble K'_1 des entiers de la forme $n'^{v-1}\beta_1 + n'^{v-2}\beta_2 + \dots + \beta_v$, où $\beta_j \in K'$, $j = 1, \dots, v$.

Montrons que si les deux ensembles A et A' ont les mêmes intervalles contigus de rang 0, 1 et 2, on a $A = A'$, $n = n'$, $k = k'$ et $a_i = a'_i$, $i = 1, \dots, k$. En effet, comme A et A' ont les mêmes intervalles contigus de rang 0, ils sont construits sur le même segment et par suite on a 1) $a_k/n - 1 = a'_{k'}/n' - 1$. Deux cas sont à distinguer. Ou bien $a_k < n-1$ et $a'_{k'} < n'-1$. Les intervalles contigus de rang 1 de A sont alors

$\left(\frac{a_i}{n} + \frac{a_k}{n(n-1)}; \frac{a_{i+1}}{n}\right)$, $0 \leq i \leq k-1$ et les intervalles contigus de rang 1 de A' sont $\left(\frac{a'_i}{n'} + \frac{a'_{k'}}{n'(n'-1)}; \frac{a'_{i+1}}{n'}\right)$, $0 \leq i \leq k'-1$.

Puisque ces deux groupes d'intervalles sont identiques, on doit avoir

2) $k=k'$ et 3) $\frac{a_i}{n} = \frac{a'_i}{n'}$, $1 \leq i \leq k$. De 2) et 1) il ressort que $\frac{a_k}{n-1} =$

$\frac{a'_{k'}}{n'-1}$ et, d'après 3), on a $\frac{a_k}{n} = \frac{a'_{k'}}{n'}$. Donc $n = n'$ et d'après 3), $a_i =$

a'_i , $i = 1, 2, \dots, k$. Supposons maintenant qu'on a l'une au moins des

égalités $a_k = n - 1$, $a'_k = n' - 1$. D'après 1), l'un au moins des rapports $\frac{a_k}{n-1}$, $\frac{a'_k}{n'-1}$ étant, par hypothèse, égal à 1, le second est aussi = 1.

On a donc $a_k = n - 1$ et $a'_k = n' - 1$. Soient $\delta_{11}, \delta_{12}, \dots, \delta_{1r}$ les intervalles contigus de rang 1 de A pris dans un ordre tel que δ_{1i} est situé à gauche de δ_{1j} si $i < j$. D'après nos prémisses, $\delta_{11}, \delta_{12}, \dots, \delta_{1r}$ constituent aussi l'ensemble des intervalles contigus de rang 1 de A' . Il existe donc d'une part r indices $t_1, \dots, t_r$ ($0 \leq t_1 < t_2 < \dots < t_r \leq k - 1$) et d'autre part r indices $s_1, \dots, s_r$ ($0 \leq s_1 < \dots < s_r \leq k' - 1$), tels

que $\delta_{1i} = \left(\frac{a_{t_i} + 1}{n}; \frac{a_{t_i+1}}{n} \right) = \left(\frac{a'_{s_i} + 1}{n'}; \frac{a'_{s_i+1}}{n'} \right)$, $a_{t_i+1} - a_{t_i} > 1$, $a'_{s_i+1} - a'_{s_i} > 1$, $1 \leq i \leq r$. On doit donc avoir

$$4) \frac{a_{t_i} + 1}{n} = \frac{a'_{s_i} + 1}{n'} \text{ et } 5) \frac{a_{t_i+1}}{n} = \frac{a'_{s_i+1}}{n'}, \quad 1 \leq i \leq r.$$

Les intervalles contigus de rang 2 de A sont au nombre de $(k+1)r$ et ce sont les intervalles $\delta_{2ij} = \left(\frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i} + 1}{n^2}; \frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i+1}}{n^2} \right)$ $i = 1, 2, \dots, r; j = 0, 1, \dots, k$. D'après nos hypothèses, les intervalles contigus de rang 2 de A' doivent aussi être au nombre de $(k+1)r$.

Or, ce nombre est, d'autre part, égal à $(k' + 1)r$. Il s'ensuit 6) $k = k'$.

Les intervalles contigus de rang 2 de A' sont

$$\left(\frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i} + 1}{n'^2}; \frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i+1}}{n'^2} \right), \quad i = 1, 2, \dots, r; j = 0, 1, \dots, k',$$

et, par hypothèse, ces intervalles se confondent avec les intervalles contigus de rang 2 de A . Comme $a_0 < a_1 < \dots < a_k$ et que $a'_0 < a'_1 < \dots < a'_k$, on doit avoir

$$7) \delta_{2ij} = \left(\frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i} + 1}{n^2}; \frac{a_j + a_{t_i+1}}{n^2} \right) = \left(\frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i} + 1}{n'^2}; \frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i+1}}{n'^2} \right),$$

$$i = 1, 2, \dots, r; j = 0, 1, \dots, k.$$

Soit i un entier fixe quelconque compris entre 1 et r . On a, d'après 4) et 5),

$$8) \frac{a_{t_i+1} - a_{t_i} - 1}{n} = \frac{a'_{s_i+1} - a'_{s_i} - 1}{n'} \text{ et, d'après 7) on a}$$

$$9) \frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i} + 1}{n^2} = \frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i} + 1}{n'^2} \text{ et}$$

$$10) \frac{a_j}{n} + \frac{a_{t_i+1}}{n^2} = \frac{a'_j}{n'} + \frac{a'_{s_i+1}}{n'^2}, \quad j = 0, 1, \dots, k.$$

Attribuons à j une valeur fixe quelconque comprise entre 0 et k et soustrayons membre à membre les deux égalités correspondantes 9) et 10). Il vient

$$11) \quad \frac{a_{i_i+1} - a_{i_i} - 1}{n^2} = \frac{a'_{s_i+1} - a'_{s_i} - 1}{n'^2}.$$

Divisons 8) et 11) membre à membre. Il vient 12) $n = n'$. Donc, d'après 4) et 5), on a 13) $a_{i_i} = a'_{s_i}$ et 14) $a_{i_i+1} = a'_{s_i+1}$. Et, d'après 9), 10), 11), 12) et 13), on a 14) $a_j = a'_j, j = 0, 1, \dots, k, c.q.f.d.$