

Quelques propriétés de la configuration complémentaire de Desargues

Autor(en): **Sydler, J.-P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Elemente der Mathematik**

Band (Jahr): **10 (1955)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-18073>

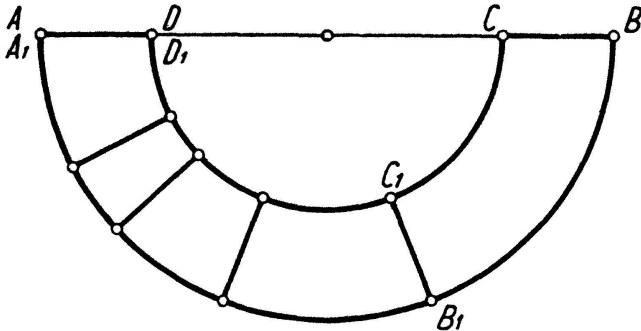
Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

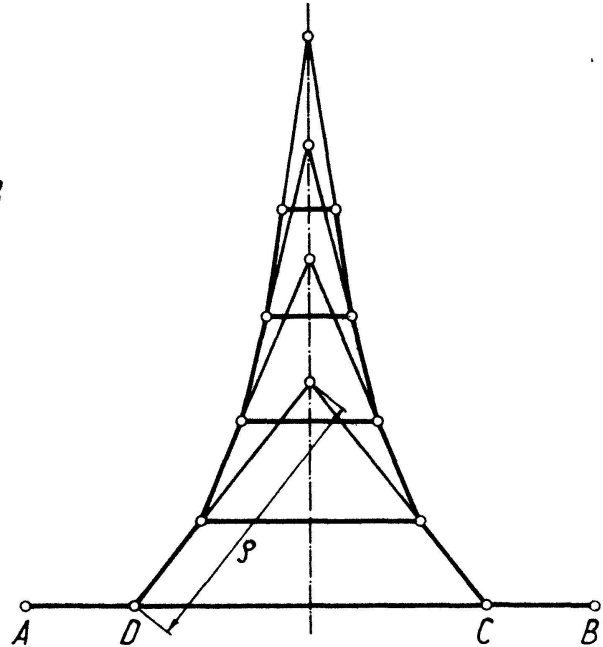
Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Wegen der Kongruenz der Streifen kann man jeden Streifen auf jede Kegelzone des Modells aufbiegen. Beim Grenzprozess $\varepsilon \rightarrow 0$ folgt hieraus, dass eine Pseudosphäre so in sich verbogen werden kann, dass die Breitenkreise wieder in Breitenkreise übergehen; alle Punkte der Pseudosphäre sind daher bezüglich der Metrik auf der Fläche



Figur 18 a



Figur 18 b

miteinander gleichwertig, die Pseudosphäre hat also konstantes (und zwar negatives) Krümmungsmass.

Die entsprechenden Schrauben-Streifenmodelle liefern beim Grenzprozess $\varepsilon \rightarrow 0$ Schraubenflächen konstanten negativen Krümmungsmasses. R. SAUER, München.

Quelques propriétés de la configuration complémentaire de Desargues

Soit C_1 une configuration de DESARGUES $(10_3, 10_3)$ formée par les 10 points $12, \dots, 45$ et par les 10 droites $123, \dots, 345$, les points ij, jk, ki étant sur la droite ijk (Figure 1). Cette configuration engendre une configuration C_2 $(15_2, 10_3)$ déterminée par les mêmes 10 droites $123, \dots, 345$ et par les 15 points d'intersection qui ne font pas partie de la configuration C_1 (Figure 2). Tout point est sur deux droites, toute droite contient trois points. Cette configuration C_2 jouit de propriétés dont les suivantes, à notre connaissance, sont encore inédites.

1° C_2 contient seulement des polygones à 5, 6, 8 et 9 côtés. Désignons par $A_1, \dots, A_k, A_{k+1} = A_1$ un de ces polygones.

Soit A_{ij} le troisième point de la configuration situé sur $A_i A_j$. Soit encore $B(i, i+1, i+2)$ le point d'intersection de (A_i, A_{i+2}) et de $(A_{i, i+1}, A_{i+1, i+2})$.

2° Dans un pentagone A_1, \dots, A_5 , les points $B(1, 2, 3)$, $B(3, 4, 5)$ et A_{51} sont sur une droite, de même que les points $B(2, 3, 4)$, $B(4, 5, 1)$, A_{12} , etc. (Figure 3).

3° Dans un hexagone A_1, \dots, A_6 , les points $B(1, 2, 3)$, $B(3, 4, 5)$, $B(5, 6, 1)$ sont sur une droite, de même que les points $B(2, 3, 4)$, $B(4, 5, 6)$, $B(6, 1, 2)$ (Figure 4).

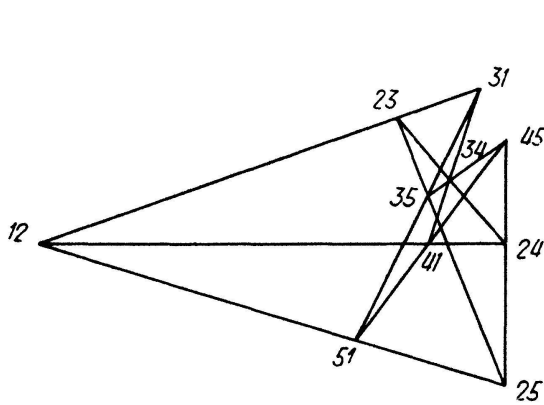


Figure 1

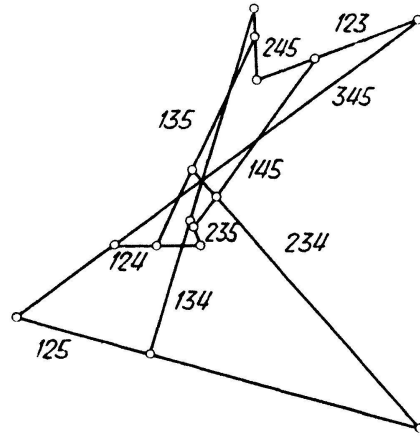


Figure 2

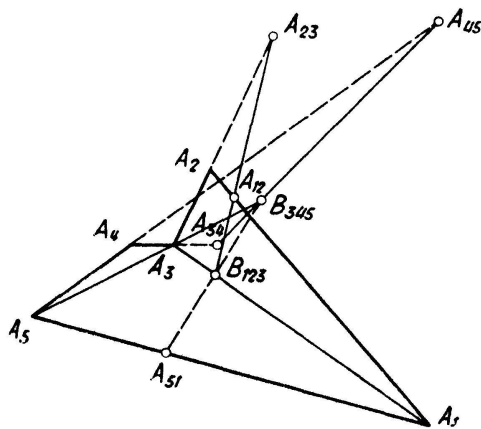


Figure 3

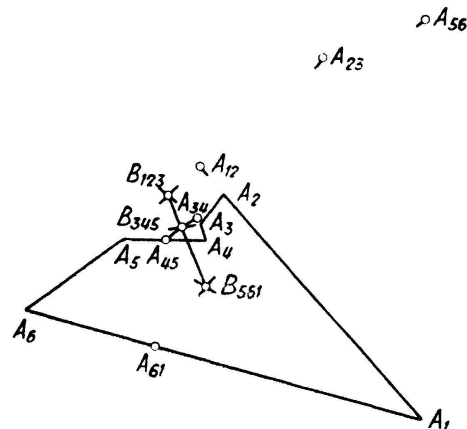


Figure 4

4° Dans un octogone A_1, \dots, A_8 , les droites $B(1, 2, 3) - B(3, 4, 5)$, $B(5, 6, 7) - B(7, 8, 1)$ et $A_1 - A_5$ se coupent en un point (Figure 5), de même que les droites

$$B(2, 3, 4) - B(4, 5, 6), \quad B(6, 7, 8) - B(8, 1, 2) \quad \text{et} \quad A_2 A_6,$$

$$B(3, 4, 5) - B(5, 6, 7), \quad B(7, 8, 1) - B(1, 2, 3) \quad \text{et} \quad A_3 A_7,$$

$$B(4, 5, 6) - B(6, 7, 8), \quad B(8, 1, 2) - B(2, 3, 4) \quad \text{et} \quad A_4 A_8.$$

5° Dans un enneagone A_1, \dots, A_9 , la droite $B(1, 2, 3) - B(3, 4, 5)$ coupe $A_1 A_5$ en X_{15} , la droite $B(5, 6, 7) - B(7, 8, 9)$ coupe $A_5 A_9$ en Y_{59} . Les points X_{15} , Y_{59} et $A_{1,9}$ sont sur une droite, de même pour toute permutation cyclique (Figure 6).

(Toutes ces propriétés peuvent évidemment s'énoncer directement dans la configuration de DESARGUES).

Si, tenant compte de ces propriétés d'incidence, on applique plusieurs fois le théorème de MÉNÉLAOS aux triangles adéquats, on trouve sans peine la propriété générale suivante:

6° Pour tout pentagone (A_1, \dots, A_5) compris dans la configuration C_2 , on a la relation

$$\overline{A_1 A_{12}} \overline{A_2 A_{23}} \dots \overline{A_5 A_{51}} = -\overline{A_{12} A_2} \overline{A_{23} A_3} \dots \overline{A_{51} A_1}.$$

7° Pour tout polygone $(A_1, \dots, A_k, A_{k+1} = A_1)$ compris dans la configuration C_2 , on a la relation

$$\overline{A_1 A_{1,2}} \overline{A_2 A_{2,3}} \dots \overline{A_k A_{k,1}} = (-1)^k \overline{A_{1,2} A_2} \overline{A_{2,3} A_3} \dots \overline{A_{k,1} A_1}.$$

Pour simplifier les explications, représentons la configuration C_2 par le schéma suivant: Les droites 1, ..., 9, 0 forment deux pentagones $(1, \dots, 5)$ et $(6, \dots, 0)$ dont les

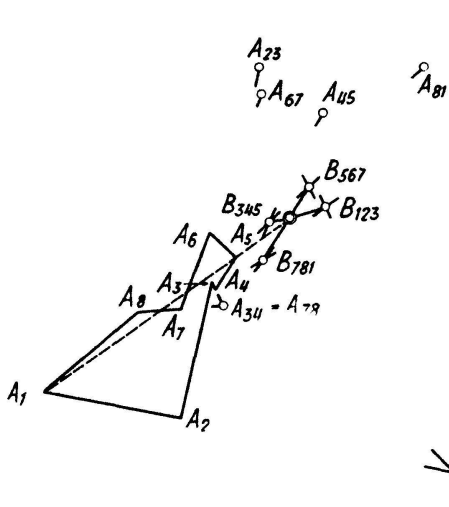


Figure 5

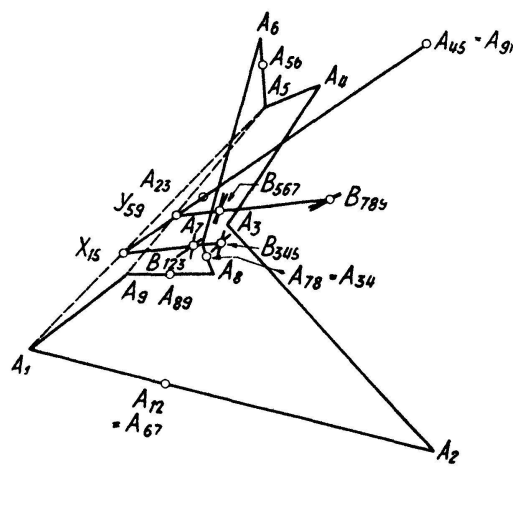


Figure 6

10 sommets 12, ..., 45, 67, ..., 90 font partie de C_2 , les cinq derniers points étant 10, 28, 36, 49, 57. C_2 contient 12 pentagones:

$$P_0(12345), P_{123}(12360), P_{234}(23498), P_{345}(34576), P_{451}(45109), P_{512}(51287),$$

$$P_{12}(12890), P_{23}(23678), P_{34}(34906), P_{45}(45789), P_{51}(51067), P_1(67890).$$

Il est possible d'orienter la configuration de façon que les pentagones deviennent des cycles. On a alors des relations simples:

$$P_0 = P_{123} + P_{345} + P_{51} = P_{234} + P_{451} + P_{12} = \dots,$$

$$P_1 = P_{12} + P_{23} - P_{123} = P_{23} + P_{34} - P_{234} = \dots,$$

$$P_1 = 2P_0 - (P_{123} + P_{234} + P_{345} + P_{451} + P_{512}).$$

On peut donc considérer les 6 cycles $P_0, P_{123}, \dots, P_{512}$ comme cycles de base.

8° Tout cycle polygonal est une combinaison linéaire de ces cycles.

Désignons par f la fonction

$$\frac{\overline{A_1 A_{12}} \dots \overline{A_k A_{k,1}}}{\overline{A_{12} A_2} \dots \overline{A_{k,1} A_1}}.$$

9° Si les cycles P_1, P_2, P_3 de fonctions f_1, f_2, f_3 sont tels que $P_1 = P_2 + P_3$, alors $f_1 = f_2 f_3$.

Désignons enfin par $\{2\}, \dots, \{9\}$ les propriétés 2...9.

$$\{2\} \rightarrow \{6\}; \quad \{6\} + \{8\} + \{9\} \rightarrow \{7\} \rightarrow \{3\}, \{4\}, \{5\}.$$

Il suffit donc de démontrer la propriété $\{2\}$ pour que, grâce aux propriétés $\{8\}$ et $\{9\}$, toutes les autres soient valables. Comme la démonstration analytique de $\{2\}$ est simple, mais assez longue, nous ne l'imposerons pas au lecteur, les propriétés et leur enchaînement nous semblant seuls présenter quelque intérêt.

Soit $tP_{i,j}$ un polynôme (orienté) semblable à $P_{i,j}$ dans le rapport linéaire t (orientation opposée pour t négatif). Désignons par (uvw) le segment (orienté) $(uv) - (vw)$ coupé sur la droite v par les droites u et w .

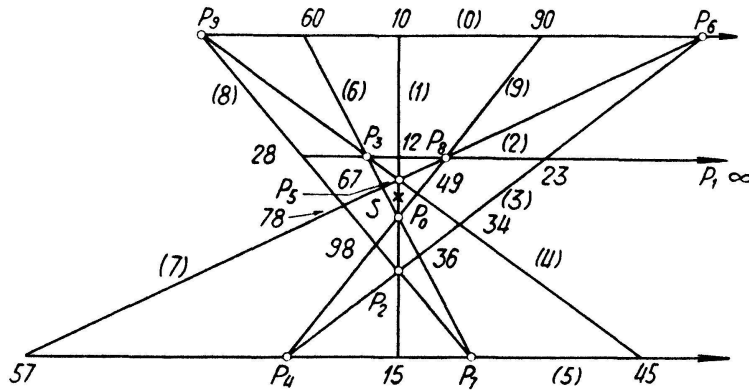


Figure 7

10° Il existe un et un seul système de nombres a_1, \dots, a_5 tels que les côtés des polygones $a_1 P_{12}, a_2 P_{23}, a_3 P_{34}, a_4 P_{45}, a_5 P_{51}, P_1$, parallèles à chacune des dix droites de la configuration, aient une somme algébrique nulle (Figures 7 et 8).

Ceci revient à montrer que les 10 relations suivantes ont une et une seule solution:

1. $(012) a_1 + (510) a_5 = 0,$
2. $(128) a_1 + (823) a_2 = 0,$
3. $(236) a_2 + (634) a_3 = 0,$
4. $(349) a_3 + (945) a_4 = 0,$
5. $(457) a_4 + (751) a_5 = 0,$
6. $(067) + (367) a_2 + (063) a_3 + (067) a_5 = 0,$
7. $(678) + (678) a_2 + (578) a_4 + (675) a_5 = 0,$
8. $(789) + (289) a_1 + (782) a_2 + (789) a_4 = 0,$
9. $(890) + (890) a_1 + (490) a_3 + (894) a_4 = 0,$
10. $(906) + (901) a_1 + (906) a_3 + (601) a_5 = 0.$

Or on vérifiera que les déterminants des relations 1–5 et des relations

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 6 \cdot t \quad (t = 7 - 10)$$

s'annulent à cause de la propriété (6). La solution (unique) des relations 1–4.6 donnera la solution cherchée.

La propriété subsistera pour 6 polygones qui s'expriment régulièrement en fonction des six polygones de base P_1, P_{ij} . On aura donc l'énoncé suivant:

Etant donnés six polygones généraux quelconques d'une configuration complémentaire de DESARGUES, on peut trouver d'une et d'une seule façon (à l'échelle près) six polygones convenablement orientés et semblables aux polygones donnés, tels que tous les côtés parallèles aient une somme nulle.

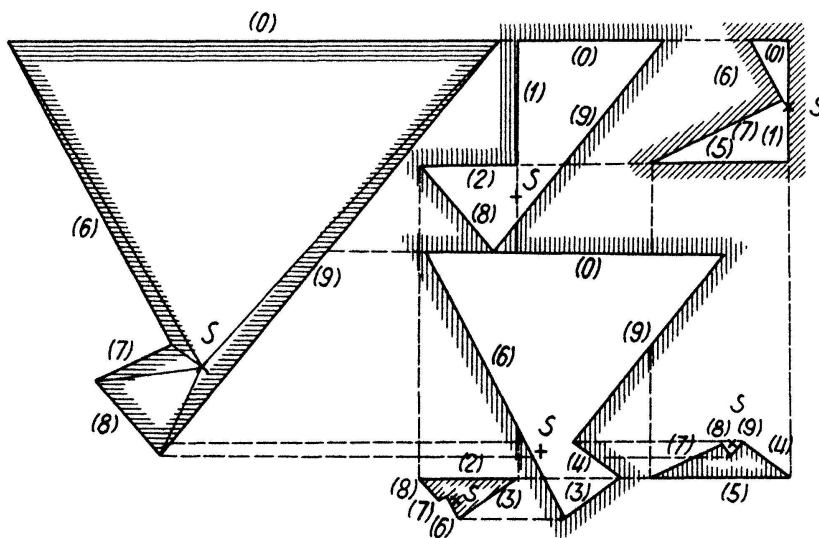


Figure 8

Si l'on représente chacun des polygones d'une configuration complémentaire de DESARGUES par un vecteur lié à l'origine d'un espace à dix dimensions, la composante t étant la longueur du côté parallèle à la t^e droite de la configuration, on a:

11° *Les vecteurs qui représentent les polygones d'une configuration complémentaire de DESARGUES sont tous dans un espace à cinq dimensions.*

En effet, la propriété précédente peut alors s'écrire: $-\vec{p}_1 = \sum_{i=1}^5 a_i \vec{p}_{i, i+1}$; \vec{p}_1 est dans l'espace déterminé par les vecteurs $\vec{p}_{i, i+1}$; enfin tout polygone s'exprime en fonction de \vec{p}_1 et \vec{p}_{ij} , ce qui démontre cette propriété.

La propriété plane 10 permet de déduire une propriété dans l'espace qui présente quelque intérêt.

Menons par un point quelconque S dix plans 0, 1, ..., 9 tels que: 1 soit orthogonal à 2; 2 à 3; 3 à 4; 4 à 5; 5 à 1; menons 0 perpendiculaire à 1; 6 perpendiculaire à 0 et 3; 7 à 6 et 5, 8 à 7 et 2; 9 à 8 et 4. Quel que soit 6, 9 est aussi perpendiculaire à 0. En effet, les normales menées par S coupent un plan π quelconque selon une configuration de DESARGUES: P_0, P_1, \dots, P_9 . Les traces des 10 plans et les traces des arêtes portant un dièdre droit forment dans ce plan π une configuration complémentaire de DESARGUES (Figure 7), configuration particulière qui est aussi antipolaire de la configuration de base par rapport à la projection de S . Choisissons six pentagones quel-

conques, par exemple (67890), (67823), (78945), (89012), (90634), (06751), et déterminons les nombres a_0, a_1, \dots, a_5 définis en 10 (Figure 8). Si $P(i j k l m)$ désigne le polyèdre de sommet S , de base π , formé par les plans i, j, k, l, m , le polyèdre

$$P \sim a_0 P(67890) + a_1 P(67823) + a_2 P(78945) + a_3 P(89012) \\ + a_4 P(90634) + a_5 P(06751)$$

jouit de propriétés remarquables au point de vue de l'équivalence des polyèdres. Les dièdres d'arêtes obliques sont tous droits. Les arêtes horizontales ont une longueur algébrique nulle, c'est-à-dire que la longueur des arêtes qui portent un dièdre α est égale à la longueur des arêtes qui portent un dièdre $\pi - \alpha$. Ce polyèdre vérifie ainsi les conditions de DEHN pour l'équivalence de façon presque triviale. Nous pouvons montrer d'autre part que tout polyèdre qui vérifie ces conditions est réductible à un polyèdre n'ayant que des dièdres droits et des sommets d'où ne partent que 5 arêtes au plus. Le polyèdre P est l'exemple le plus simple d'un polyèdre vérifiant les conditions de DEHN et présentant les caractères les plus généraux qu'il faille considérer. A cause de la liberté du choix des plans 5,2 et 0, il vérifie même toutes les conditions nécessaires et suffisantes qui nous soient connues. Par contre, nous ne savons pas si P est effectivement équivalent à un cube. Ce polyèdre résume donc en quelque sorte l'état actuel de la recherche de l'équivalence des polyèdres. Si l'on peut montrer qu'il est équivalent à un cube, on trouvera peut-être la démonstration du cas général. S'il ne l'est pas, on établira de nouvelles conditions nécessaires qui seront probablement aussi suffisantes. Tel est le problème. J.-P. SYDLER, Zurich.

Über die Evolutoiden der Ellipse

Verdreht man in der Ebene sämtliche Tangenten einer gegebenen Kurve k um ihre Berührungspunkte um den gleichen Winkel α , so erhält man im Hüllgebilde der Neulagen für $\alpha = \pi/2$ die *Evolute*, für $\alpha \neq \pi/2$ eine «*Evolutoide*» von k . Für die durch kontinuierliches Anwachsen des Drehwinkels α von 0 bis π über die Evolutoiden als Zwischenstadien bewirkte Umorientierung einer Kurve k hat L. LOCHER-ERNST kürzlich das Beispiel der *Ellipse* herangezogen¹⁾. Deren am angeführten Ort durch hübsche Figuren wiedergegebene Evolutoiden erwecken den Eindruck, *zwei schiefe Symmetrien* zu besitzen. Da es sich dabei keineswegs um eine einfache Folge der Symmetrieeigenschaften der Ausgangskurve handeln kann, soll diese Vermutung hier auf analytischem Wege nachgeprüft werden; es wird sich dabei auch ein bisher anscheinend nicht bemerkter Zusammenhang der Ellipsenevolutoiden mit einer sehr bekannten Kurvenfamilie ergeben.

Wir gehen von der üblichen Parameterdarstellung der Ellipse in kartesischen Normalkoordinaten aus:

$$x = a \cos \omega, \quad y = b \sin \omega. \quad (1)$$

¹⁾ L. LOCHER-ERNST, *Natürliche Umformung einer Kurve in ihre Evolute*. *El. Math.* 8, 73–75 (1953).