

<b>Zeitschrift:</b>	L'Enseignement Mathématique
<b>Herausgeber:</b>	Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique
<b>Band:</b>	16 (1970)
<b>Heft:</b>	1: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE
 <b>Artikel:</b>	NOTE RELATIVE AUX THÉORÈMES DES S-UNITÉS ET DES S-CLASSES
<b>Autor:</b>	Joly, Jean-René
<b>Kapitel:</b>	4. DÉMONSTRATION DU THÉORÈME 4
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-43865">https://doi.org/10.5169/seals-43865</a>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

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

$M$  désignant la matrice de  $L(u_1), \dots, L(u_r)$  dans la base canonique de  $\mathbf{R}^a$ , et les  $\lambda_j$  désignant les quantités  $\log |x_j|_j$ . Par construction des  $x_j$ , on a  $\lambda_1 \neq 0, \dots, \lambda_d \neq 0$ ; d'après le théorème (1),  $M$  est de rang  $r = a - 1$ : la matrice ci-dessus est donc de rang  $r + d = s - 1$ , et aussi le groupe  $\Lambda(G)$ , ce qui prouve (d).

(b), (c) et (d) montrent que  $\Lambda(U_S)$  est un réseau de rang exactement  $s - 1$ , et le théorème (3) est démontré.

#### 4. DÉMONSTRATION DU THÉORÈME 4

La partie (v) de la proposition 1 du §2 montre que l'application  $\alpha \mapsto \alpha A_S$  définit un homomorphisme surjectif  $\varphi$  du groupe des idéaux de  $A$  sur le groupe des idéaux de  $A_S$ ; comme  $\varphi$  transforme évidemment tout idéal principal en un idéal principal,  $\varphi$  donne lieu par passage au quotient à un homomorphisme surjectif du groupe des classes d'idéaux de  $A$  sur le groupe des classes d'idéaux de  $A_S$ ; comme le premier groupe est fini, d'ordre  $h$  (théorème (2)), le second est lui aussi fini, d'ordre  $h_S$  diviseur de  $h$ , d'où la première assertion du théorème (4).

Le même raisonnement prouve d'ailleurs plus généralement que si  $S \subset S'$ , alors  $h_{S'}$  divise  $h_S$ : pour achever de démontrer le théorème (4), il suffit donc de prouver ceci: *il existe un ensemble  $S$  tel que  $h_S = 1$* .

Or, soient  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_h$  des idéaux entiers de  $A$  représentant les  $h$  classes d'idéaux de  $A$ , et soit  $D = \{\mathfrak{p}_1, \mathfrak{p}_2, \dots, \mathfrak{p}_d\}$  l'ensemble des idéaux premiers de  $A$  qui divisent l'un au moins des  $\alpha_i$ ; enfin, soit  $S$  l'ensemble formé des places archimédiennes de  $K$  et des places discrètes appartenant à  $D$ ; alors,  $h_S = 1$ : en effet, soit  $b$  un idéal entier de  $A_S$ ; il existe un idéal entier  $\alpha$  de  $A$  tel que  $b = \alpha A_S$  (prop. 1, (v)); d'autre part, il existe  $y \in K^*$  et  $i$  tels que  $\alpha = ya_i$ ; enfin,  $\alpha_i$  se décompose en produit de facteurs premiers appartenant tous à  $D$ :

$$\alpha_i = \mathfrak{p}_1^{m_1} \mathfrak{p}_2^{m_2} \dots \mathfrak{p}_d^{m_d}.$$

D'où immédiatement (prop. 1, (iv))

$$b = yA_S;$$

$b$ , idéal entier quelconque de  $A_S$ , est principal, et  $h_S = 1$ . Le théorème (4) est entièrement démontré.

Notons qu'il suffit, dans la démonstration ci-dessus, de prendre pour  $D$  une famille finie d'idéaux premiers dont les classes forment un système générateur du groupe des classes de  $A$ . Dans la pratique, il est facile de

déterminer explicitement une telle famille: on sait en effet (voir par exemple [10], p. 70) que toute classe d'idéaux de  $A$  contient un idéal entier  $\mathfrak{a}$  tel que

$$N\mathfrak{a} \leq M_K = \left(\frac{4}{\pi}\right)^{r^2} \cdot \frac{n!}{n^n} \sqrt{|\Delta|},$$

$\Delta$  désignant le discriminant de  $K$ . On voit donc qu'on peut prendre pour  $D$  l'ensemble des idéaux premiers  $\mathfrak{p}$  de  $A$  tels que  $N\mathfrak{p} \leq M_K$ . Bien entendu, l'ensemble  $D$  ainsi construit est en général « beaucoup trop grand »: mais il est clair que la détermination d'un  $D$  « minimal » équivaut pratiquement à la détermination de la structure du groupe des classes de  $A$ , ce qui est une autre affaire.

## 5. UN EXEMPLE EXPLICITE

Montrons pour terminer, sur un exemple numérique simple, que les méthodes précédentes mènent à des résultats tout à fait explicites. Nous considérons le corps quadratique imaginaire  $K = \mathbf{Q}(\sqrt{-23})$ , pour lequel  $n = 2$ ,  $r_1 = 0$ ,  $r_2 = 1$ ,  $a = 1$ ,  $r = 0$ ,  $W = \{1, -1\}$ . Posons:

$$\alpha = \frac{-1 + \sqrt{-23}}{2};$$

le polynôme minimal de  $\alpha$  sur  $\mathbf{Q}$  est  $X^2 + X + 6$ , et on a  $A = \mathbf{Z}[\alpha]$ ,  $\Delta$  (le discriminant) =  $-23$ . De là

$$\left(\frac{4}{\pi}\right)^{r^2} \cdot \frac{n!}{n^n} \sqrt{|\Delta|} = \frac{2\sqrt{23}}{\pi} \leq 4,$$

et le groupe des classes de  $A$  est engendré par les classes des facteurs premiers de 2 et de 3 dans  $A$ . Mais (pour  $p = 2, 3$ ) on a

$$A/pA = \mathbf{Z}[\alpha]/p\mathbf{Z}[\alpha] \simeq \mathbf{Z}[X]/(p, X^2 + X + 6)$$

d'où, puisque  $6 \equiv 0 \pmod{p}$ ,

$$A/pA \simeq \mathbf{Z}[X]/(p, X^2 + X) \simeq \mathbf{F}_p[X]/(X(X+1))$$

et finalement  $A/pA \simeq \mathbf{F}_p \times \mathbf{F}_p$ . Ainsi, 2 et 3 sont décomposés dans  $A$ , et le calcul ci-dessus montre plus précisément qu'on peut écrire

$$(2) = \mathfrak{p}\bar{\mathfrak{p}}, \quad (3) = \mathfrak{q}\bar{\mathfrak{q}},$$

avec