

NOTATION MATHÉMATIQUE BRAILLE

Document réalisé par
la Commission pour l'Évolution du Braille Français

sous l'égide du
Ministère de la Santé et des Solidarités
Direction Générale de l'Action Sociale

Première édition janvier 2007

Imprimé par
le Département de Transcription et d'Édition Adaptée
Institut National des Jeunes Aveugles
56, boulevard des Invalides
75007 Paris

Téléphone : 01 44 49 35 74
Télécopie : 01 40 61 13 40
E-mail : dtea@inja.fr
Site : <http://www.inja.fr>

et

l'Association Valentin Haüy
5 rue Duroc
75007 Paris

Téléphone : 01 44 49 27 27
Télécopie : 01 44 49 27 10
E-mail : imprimerie@avh.asso.fr
Site : <http://www.avh.asso.fr>

Sommaire

NOTATION MATHÉMATIQUE BRAILLE	4
Présentation générale	4
Conventions utilisées dans ce document	5
INTRODUCTION	6
I. L'écriture braille	6
II. Transcription des mathématiques	7
1° Généralités	7
2° Formation des symboles braille	8
3° Traitement d'une expression mathématique	8
4° Les majuscules en mathématique	8
5° Coupure d'une expression mathématique	9
6° Espaces dans une formule	9
7° Ponctuations	9
8° Usage de l'abrégié	9
9° Correction manuelle	11
1. Chiffres et signe de l'infini	12
2. Différents types de lettres	13
2.1 Lettres rondes	13
2.2 Lettres « éclairées »	13
2.3 Lettres grecques	13
2.4 Lettres hébraïques	15
3. Signes d'opérations	17
4. Signes d'égalité et d'inégalité	19
5. Parenthèses, accolades et crochets	21
6. Notations ensemblistes	23
6.1 Les ensembles de nombres	23
6.2 Notations diverses	23
6.3 Intervalles	24
6.4 Exemples	24
7. Divisions, fractions	25
8. Blocs	26
9. Indices	28
9.1 Accentuations mathématiques	28
9.2 Indice inférieur	28
9.3 Indice supérieur, exposant	29
9.4 Indices inférieurs et supérieurs	30
9.5 Indices placés à gauche d'une quantité ou préfixes	30
9.6 Indices suscrits ou souscrits	32
10. Radicaux	33
11. Flèches	34
12. Signes suscrits, signes souscrits, géométrie	36
12.1 Signes suscrits	36
12.2 Signes souscrits	38
12.3 Signes géométriques	39
13. Encadrements, barres verticales	40

13.1 Notation	40
13.2 Valeur absolue, module, norme... ..	40
13.3 Déterminants et matrices	41
13.4 Systèmes	42
14. Fonctions	43
14.1 Notation	43
14.2 Limites	44
14.3 Tableaux de signes, tableaux de variation	45
14.4 Intégrales	48
14.5 Logarithmes	49
14.6 Trigonométrie	50
14.7 Lignes hyperboliques	52
15. Quantificateurs et signes d'implications	53
16. Principales unités	55
16.1 Généralités	55
16.2 Notation	56
a) Multiples et sous-multiples décimaux	56
b) Longueur	57
c) Aire ou superficie	57
d) Mesures agraires	58
e) Volume	58
f) Capacité	59
g) Masse	59
h) Monnaies	60
i) Calorimétrie	60
j) Travail, énergie	60
k) Puissance	61
l) Force	61
m) Pression	61
n) Électricité, magnétisme	62
o) Optique	62
p) Radioactivité	63
q) Angle et arc	63
r) Temps, fréquence	64
s) Acoustique	64
t) Température	64
16.3 Exemples	65
a) En braille intégral	65
b) En braille abrégé	66
16.4 Signes divers	67
TABLEAU RÉCAPITULATIF	69
I. Valeur des clés devant une lettre	69
II. Symboles obtenus par combinaisons des clés et des chiffres	69
III. Symboles obtenus par combinaisons des clés et des caractères autres que lettres et chiffres	72
IV. Symboles obtenus par combinaisons de quelques clés et lettres	80
V. Symboles disponibles	81

NOTATION MATHÉMATIQUE BRAILLE

Présentation générale

Cette notation mathématique, approuvée par la Commission pour l'Évolution du Braille Français lors de sa réunion plénière du 16 octobre 2006, est applicable à compter du 1^{er} septembre 2007.

Elle prend en compte les changements du Code de transcription en braille des textes imprimés (1^{ère} édition janvier 2006), applicable au niveau scolaire à compter de cette même date.

Elle se substitue à celle de 1971 (version braille), 1973 (version imprimée) révisée en 2001.

Jean-Marie CIERCO

Président de la Commission pour l'Évolution du Braille Français

Inspecteur Pédagogique et Technique des établissements pour déficients visuels

jean-marie.cierco@sante.gouv.fr

Françoise MAGNA

Responsable de la sous-commission mathématique de la Commission pour l'Évolution du Braille Français

Professeure certifiée de mathématiques

fmagna@libertysurf.fr

Attention ! l'impression de ce document à partir d'un fichier informatique risque d'altérer la pagination et certaines polices, en particulier certains symboles mathématiques de l'imprimé, nuisant ainsi à leur bonne compréhension.

Conventions utilisées dans ce document

Dans la version imprimée, les caractères du braille sont représentés par une police dans laquelle la cellule des six points est toujours présente et où seuls les points embossés sont en gras.

Dans la version braille, il est fait usage du caractère ⠠ (points 1-2-3-4-5-6) pour indiquer d'une façon précise la place des points de certains symboles qu'il serait sans cela difficile de reconnaître.

Dans ce document, on n'utilise le modificateur mathématique ⠨ (point 6) ou l'indicateur de changement de code ⠨ ⠨ (points 6, 3) que dans les exemples destinés à préciser leur emploi.

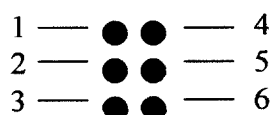
Certains symboles de l'imprimé sont décrits, en particulier, lorsqu'ils peuvent avoir plusieurs significations ou lorsqu'ils sont d'un emploi très peu fréquent. Les significations mathématiques sont séparées par des points-virgules et les descriptions écrites généralement entre parenthèses.

INTRODUCTION

I. L'écriture braille

Un caractère braille se compose de un à six points disposés sur deux colonnes de trois points. On obtient ainsi 63 caractères écrits. On a l'habitude de numéroté ces points de haut en bas de un à trois pour la colonne de gauche et de quatre à six pour la colonne de droite.

Les six points d'une cellule braille :



Les 63 caractères braille se répartissent sur un tableau de 5 lignes de 13 caractères comme dans le tableau suivant :

⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦	⠧	⠨	⠩	⠪	⠫	⠬
⠭	⠮	⠯	⠰	⠱	⠲	⠳	⠴	⠵	⠶	⠷	⠸	⠹
⠺	⠻	⠼	⠽	⠾	⠿	⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦
⠧	⠨	⠬	⠮	⠰	⠲	⠴	⠶	⠸	⠺	⠼	⠾	⠿
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦	⠧	⠨	⠩	⠪	⠫	⠬

Ce tableau appelle les remarques suivantes :

- a) Le dernier et l'avant-dernier caractères de chaque ligne n'ont pas de signification alphabétique. Certains d'entre eux sont des clés, symboles qui, placés devant un caractère, en changent la signification.

b) La première et la dernière lignes sont construites de la même manière, mais la première ligne ne comporte jamais de points inférieurs tandis que la dernière ne comporte jamais de points supérieurs. La deuxième ligne se déduit de la première par adjonction du point 3 $\cdot\cdot\cdot$. La troisième se déduit de la première par adjonction des points 3 et 6 $\cdot\cdot\cdot$. La quatrième se déduit de la première par adjonction du point 6 $\cdot\cdot\cdot$.

c) Contrairement à l'imprimé, les lettres accentuées et le « o e liés » sont des caractères à part entière, d'où 40 caractères alphabétiques. On remarquera encore la place du w qui, ici, n'est pas le 23^{ème} caractère alphabétique mais le 40^{ème} ; cette lettre, qui n'existait pas dans l'alphabet français au début du XIX^e siècle, a été introduite ultérieurement en braille à la demande des anglo-saxons.

d) Les chiffres et les lettres majuscules ne sont pas représentés par un caractère braille unique.

On obtient les chiffres de un à neuf en plaçant la clé $\cdot\cdot\cdot$ (point 6) devant les deuxième au dixième caractères de la quatrième ligne, et le zéro en la plaçant devant l'avant-dernier caractère de la troisième ligne.

On écrit un nombre en plaçant la clé $\cdot\cdot\cdot$ (point 6) devant la chaîne de caractères constituant ce nombre. Lorsqu'un espace sépare des groupes de chiffres, il est transcrit par le symbole $\cdot\cdot\cdot$ (point 3).

Les lettres majuscules s'obtiennent en plaçant la clé $\cdot\cdot\cdot$ (points 4-6) devant le caractère de la lettre minuscule correspondante.

e) La dernière ligne contient les signes de ponctuation : les caractères 2 à 11, à l'exception du 10^{ème} caractère $\cdot\cdot\cdot$ (points 3-5).

II. Transcription des mathématiques

1° Généralités

Ce document contient les renseignements nécessaires pour la transcription de la plupart des formules mathématiques. Il indique la correspondance entre les signes de l'imprimé et les symboles braille.

Pour la **transcription d'une formule**, on doit utiliser la règle générale suivante : tant que cela est possible, on écrit les signes (chiffres, lettres, signes d'opération...) que comporte la formule **dans le même ordre que dans l'imprimé**.

Ce document indique aussi les méthodes à employer dans le cas où la règle précédente est inapplicable, par exemple lorsque la formule de l'imprimé comporte des signes qui ne sont pas tous sur la même ligne (fractions, etc.).

2° Formation des symboles braille

Les signes de l'imprimé se représentent par un ou plusieurs caractères braille. On a ainsi des symboles simples, doubles et même quelques symboles triples et quadruples. Les symboles doubles, excepté le symbole $\ddot{\cdot}$ (points 2-5, 2) (implication) et $\ddot{\cdot}\ddot{\cdot}$ (points 2-5, 2-3-5-6) (« correspond à »), sont toujours formés de l'une des manières suivantes :

- ou bien ils sont formés de deux caractères identiques,
- ou bien le premier des deux caractères est l'un des suivants :

$\ddot{\cdot}$ (points 4-6) $\ddot{\cdot}$ (points 4-5) $\ddot{\cdot}$ (point 5) $\ddot{\cdot}$ (points 4-5-6)

Ces quatre caractères ou clés servent uniquement à modifier la valeur du caractère qui les suit.

Remarque : dans de très rares cas, les caractères $\ddot{\cdot}$ (point 4) et $\ddot{\cdot}$ (point 6) sont également utilisés comme clés dans des contextes où cela ne présente aucune ambiguïté par rapport à leurs valeurs respectives d'indicateur d'exposant et de modificateur mathématique.

3° Traitement d'une expression mathématique

- Si une expression mathématique est insérée dans une phrase, elle est précédée, en braille intégral comme en braille abrégé, du modificateur mathématique $\ddot{\cdot}$ (point 6) sauf si elle contient des symboles de bloc (voir chapitre 8 « Blocs ») ; dans ce cas, on utilise l'indicateur de changement de code $\ddot{\cdot}\ddot{\cdot}$ (points 6, 3).
- Si une expression mathématique se trouve « hors texte », le modificateur mathématique $\ddot{\cdot}$ (point 6) ou l'indicateur de changement de code $\ddot{\cdot}\ddot{\cdot}$ (points 6, 3) peuvent être omis.

NB :

1. Bien que l'emploi systématique de ces symboles ne soit pas recommandé en braille « général », il permet, dans un texte ou un ouvrage scientifique, d'alerter le lecteur sur le caractère « scientifique » d'une écriture, comme on le fait parfois en imprimé en utilisant une police différente. Dans ce document, ils ne seront utilisés que dans les exemples du chapitre 8 « Blocs » et du chapitre 16 « Principales unités », paragraphe 16.3 « Exemples » (voir aussi ci-après, 8° « Usage de l'abrégé »).

2. En braille intégral, on se dispensera d'employer le modificateur mathématique $\ddot{\cdot}$ (point 6) devant des écritures ne comportant que des lettres (voir chapitre 16 « Principales unités », paragraphe 16.3 « Exemples »).

4° Les majuscules en mathématique

Dans une expression mathématique, chaque lettre majuscule doit être précédée de la clé $\ddot{\cdot}$ (points 4-6) (voir en particulier exemples chapitre 12 « Signes suscrits, signes souscrits, géométrie », paragraphe 12.1 « Signes suscrits »).

5° Coupure d'une expression mathématique

L'indicateur de continuation $\cdot\cdot$ (point 5) placé à la fin d'une ligne indique qu'une formule se poursuit à la ligne suivante.

On coupe une expression mathématique devant un signe d'opération, d'égalité, d'inégalité... (voir exemple chapitre 9 « Indices », paragraphe 9.6 « Indices suscrits ou souscrits »).

Cependant, il est vivement recommandé de ne pas couper une expression mathématique si elle peut tenir sur une seule ligne.

6° Espaces dans une formule

En braille, on ne met généralement pas d'espaces dans une formule. On peut cependant décider d'en introduire pour aérer la présentation de formules complexes, mais il ne peut pas être donné de règle précise pour le choix de l'emplacement de ces espaces. On les placera de préférence avant et/ou après un signe d'égalité, d'inégalité, d'opération, d'équivalence... (voir exemples chapitre 15 « Quantificateurs et signes d'implications »).

7° Ponctuations

Les signes de ponctuation sont transcrits par les symboles correspondants du Code braille « général », y compris les points de suspension (voir exemple chapitre 9 « Indices », paragraphe 9.6 « Indices suscrits ou souscrits »).

Cependant, en cas d'ambiguïté, on placera l'indicateur de valeur de base $\cdot\cdot$ (points 5-6) devant un guillemet fermant $\cdot\cdot$ (points 2-3-5-6) (pour qu'il ne soit pas confondu avec le symbole d'égalité) ou devant un point d'exclamation $\cdot\cdot$ (points 2-3-5) (pour qu'il ne soit pas confondu avec le signe « plus »).

Concernant le point-virgule $\cdot\cdot$ (points 2-3), dans une formule contenant des symboles de blocs, on le fait précéder du caractère $\cdot\cdot$ (point 6) pour qu'il ne soit pas confondu avec le symbole de fin de blocs $\cdot\cdot$ (points 2-3) (voir exemples chapitre 8 « Blocs »).

8° Usage de l'abrégé

La transcription en braille d'un texte mathématique peut être faite au moyen de l'Abrégé Orthographique Étendu. Il y aura lieu toutefois de tenir compte des règles suivantes :

- a) Lorsqu'on rencontre des lettres minuscules isolées ou séquences de lettres commençant par une lettre minuscule dans un texte, elles peuvent, comme en braille « général », être précédées de l'indicateur de valeur de base $\cdot\cdot$ (points 5-6) pour éviter toute confusion avec l'abréviation d'un mot. Cependant, comme il est indiqué dans le 3° « Traitement d'une expression mathématique », il est recommandé, pour tout ouvrage ou texte scientifique, de les faire précéder du modificateur mathématique $\cdot\cdot$ (point 6) (voir exception des lettres grecques minuscules, chapitre 2 « Différents types de lettres », paragraphe 2.3 « Lettres grecques »). Selon le Code braille « général », ce symbole a également pour effet

d'indiquer que la chaîne de caractères qui suit doit être considérée comme écrite en braille intégral.

Pour éviter une surcharge de caractères, les lettres majuscules isolées ou groupes de lettres majuscules ne sont, pour leur part, jamais précédés d'un autre préfixe, le contexte permettant toujours de déterminer leur signification sans la moindre ambiguïté. Cette règle est valable pour tous types de lettres majuscules (voir chapitre 2 « Différents types de lettres »).

Exemples dans un texte en braille abrégé :

On note x l'inconnue de cette équation.

Le nombre xYz est le produit des trois nombres x , Y , z .

On note f' la dérivée de la fonction f , calculer le produit $f'g$.

Calculer le produit ab et la somme $a+b$.

NB : les consignes énoncées ci-dessus s'appliquent également aux unités (voir chapitre 16. « Principales unités », paragraphe 16.3 « Exemples »).

- b) Lorsqu'on rencontre dans une formule un mot qui pourrait s'abréger, il faut le transcrire en intégral. Ainsi, le mot « sin » devra être transcrit \sin (points 2-3-4, 2-4, 1-3-4-5) et non \sin (points 2-3-4, 3-5).

- c) Lorsqu'un symbole mathématique isolé se trouvant dans un texte est susceptible d'être confondu avec un mot abrégé, il doit être précédé du modificateur mathématique \mathbb{M} (point 6).

Example :

Dans cette écriture, le symbole \rightarrow se lit « tend vers ».

9° Correction manuelle

Dans le cas d'une transcription manuelle, pour brouiller (effacer) des caractères erronés, on fait usage de groupes d'au moins trois caractères **⋮ ⋮ ⋮** (points 1-2-3-4-5-6, 1-2-3-4-5-6, 1-2-3-4-5-6).

1. Chiffres et signe de l'infini

configuration de points	signification	représentation
⠠ (1-6)	un	1
⠠⠠ (1-2-6)	deux	2
⠠⠠⠠ (1-4-6)	trois	3
⠠⠠⠠⠠ (1-4-5-6)	quatre	4
⠠⠠⠠⠠⠠ (1-5-6)	cinq	5
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (1-2-4-6)	six	6
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (1-2-4-5-6)	sept	7
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (1-2-5-6)	huit	8
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (2-4-6)	neuf	9
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (3-4-5-6)	zéro	0
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (4-5, 1-4)	infini	∞

2. Différents types de lettres

2.1 Lettres rondes

Une lettre ronde se transcrit en plaçant le caractère ⠠ (point 5) devant la lettre correspondante.

Exemples :

configuration de points	signification	représentation
⠠⠠ (points 5, 1-4-5)	lettre d minuscule ronde	∂
⠠⠠⠠ (points 4-6, 5, 1-4)	lettre c majuscule ronde	\mathcal{C}

2.2 Lettres « éclairées »

Les lettres « éclairées » (utilisées pour les ensembles de nombres) se transcrivent en plaçant les caractères ⠠⠠ (points 4-6, 4-6) devant la lettre correspondante.

Exemples :

configuration de points	signification	représentation
⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-6, 1-3-4-5)	grand n (ensemble des entiers naturels)	\mathbb{N}
⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-6, 1-2-3-5)	grand r (ensemble des réels)	\mathbb{R}

2.3 Lettres grecques

Une lettre grecque minuscule se transcrit en plaçant le caractère ⠠ (points 4-5) devant la lettre latine correspondante et une lettre grecque majuscule en plaçant les caractères ⠠⠠ (points 4-6, 4-5) devant la lettre latine correspondante.

La construction des lettres grecques minuscules étant analogue à celle de certains symboles monétaires, celles-ci pourront être précédées du modificateur mathématique ⠠ (point 6) pour lever toute ambiguïté. Cette recommandation sera cependant facultative dans l'immense majorité des cas, le contexte ne prêtant pas à confusion.

Tableau de représentation des lettres grecques

lettre grecque			lettre associée
nom	minuscule	majuscule	
alpha	α ⠠⠠⠠⠠	A ⠠⠠⠠⠠⠠	a
bêta	β ⠠⠠⠠⠠	B ⠠⠠⠠⠠⠠	b
gamma	γ ⠠⠠⠠⠠	Γ ⠠⠠⠠⠠⠠	g
delta	δ ⠠⠠⠠⠠	Δ ⠠⠠⠠⠠⠠	d
epsilon	ϵ ⠠⠠⠠⠠	E ⠠⠠⠠⠠⠠	e
dzéta	ζ ⠠⠠⠠⠠	Z ⠠⠠⠠⠠⠠	z
êta	η ⠠⠠⠠⠠	H ⠠⠠⠠⠠⠠	h
thêta	θ ⠠⠠⠠⠠	Θ ⠠⠠⠠⠠⠠	j
iota	ι ⠠⠠⠠⠠	I ⠠⠠⠠⠠⠠	i
kappa	κ ⠠⠠⠠⠠	K ⠠⠠⠠⠠⠠	k
lambda	λ ⠠⠠⠠⠠	Λ ⠠⠠⠠⠠⠠	l
mu	μ ⠠⠠⠠⠠	M ⠠⠠⠠⠠⠠	m
nu	ν ⠠⠠⠠⠠	N ⠠⠠⠠⠠⠠	n
ksi ou xi	ξ ⠠⠠⠠⠠	Ξ ⠠⠠⠠⠠⠠	x
omicron	\omicron ⠠⠠⠠⠠	O ⠠⠠⠠⠠⠠	o
pi	π ⠠⠠⠠⠠	Π ⠠⠠⠠⠠⠠	p
rhô	ρ ⠠⠠⠠⠠	P ⠠⠠⠠⠠⠠	r
sigma	σ ⠠⠠⠠⠠	Σ ⠠⠠⠠⠠⠠	s
tau	τ ⠠⠠⠠⠠	T ⠠⠠⠠⠠⠠	t

lettre grecque			lettre associée
nom	minuscule	majuscule	
upsilon	υ ⠠⠥⠠⠠	Υ ⠠⠥⠠⠠⠠	u
phi	φ ⠠⠠⠠⠠	Φ ⠠⠠⠠⠠	f
khi	χ ⠠⠠⠠⠠	Χ ⠠⠠⠠⠠⠠	q
psi	ψ ⠠⠠⠠⠠	Ψ ⠠⠠⠠⠠⠠	y
oméga	ω ⠠⠠⠠⠠	Ω ⠠⠠⠠⠠⠠	w

2.4 Lettres hébraïques

Une lettre hébraïque se transcrit en plaçant les caractères ⠠⠠ (points 4-5, 4-5) devant la lettre associée.

Consonnes :

nom	lettre hébraïque	lettre associée
aleph	א ⠠⠠⠠⠠	a
bet	ב ⠠⠠⠠⠠	b
vet	ב ⠠⠠⠠⠠	v
gimel	ג ⠠⠠⠠⠠	g
dalet	ד ⠠⠠⠠⠠	d
hé	ה ⠠⠠⠠⠠	h
vav	ו ⠠⠠⠠⠠	w
zayin	ז ⠠⠠⠠⠠	z
het	ח ⠠⠠⠠⠠	x
tet	ט ⠠⠠⠠⠠	t

nom	lettre hébraïque	lettre associée
yod	י ⠠⠠⠠⠠	j
kaf	כ ⠠⠠⠠⠠	k
khaf	כ ⠠⠠⠠⠠	â
lamed	ל ⠠⠠⠠⠠	l
mem	מ ⠠⠠⠠⠠	m
nun	נ ⠠⠠⠠⠠	n
samekh	ס ⠠⠠⠠⠠	s
ayin	ע ⠠⠠⠠⠠	ë
pé	פ ⠠⠠⠠⠠	p
fé	פ ⠠⠠⠠⠠	f
tsadi	צ ⠠⠠⠠⠠	è
qof	ק ⠠⠠⠠⠠	q
resh	ר ⠠⠠⠠⠠	r
shin	ש ⠠⠠⠠⠠	î
sin	ש ⠠⠠⠠⠠	ô
tav	ת ⠠⠠⠠⠠	t

3. Signes d'opérations

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⋅⋅ (points 2-3-5)	plus	+
⋅⋅ ⋅⋅ (points 5, 2-3-5)	grand plus	⊕
⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-6, 2-3-5)	plus dans un rond	⊕
⋅⋅ ⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-6, 4-6, 2-3-5)	grand plus dans un rond	⊕
⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5-6, 2-3-5)	union	∪
⋅⋅ ⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5-6, 4-5-6, 2-3-5)	grande union	∪
⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5, 2-3-5)	intersection	∩
⋅⋅ ⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5, 4-5, 2-3-5)	grande intersection	∩
⋅⋅ (points 3-6)	moins	-
⋅⋅ ⋅⋅ (points 2-3-5, 3-6)	plus ou moins	±
⋅⋅ ⋅⋅ (points 3-6, 2-3-5)	moins ou plus	∓
⋅⋅ (points 3-5)	multiplié par	×
⋅⋅ ⋅⋅ (points 3-5, 3-5)	point multiplicatif ; produit scalaire (point à mi-hauteur de la ligne)	.
⋅⋅ ⋅⋅ (points 5, 3-5)	astérisque, étoile ; produit de convolution (croix de multiplication barrée verticalement)	*
⋅⋅ ⋅⋅ ⋅⋅ (points 5, 5, 3-5)	grande croix de multiplication	⊗
⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-6, 3-5)	produit tensoriel (croix dans un rond)	⊗
⋅⋅ ⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-6, 4-6, 3-5)	grand produit tensoriel (grande croix dans un rond)	⊗
⋅⋅ ⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5-6, 4-5-6, 3-5)	croix double de multiplication	⊗
⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5-6, 3-5)	factorielle (point d'exclamation)	!
⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5, 3-5)	produit vectoriel ; produit extérieur ; PGCD ; conjonction ; wedge (sorte de v renversé)	^
⋅⋅ ⋅⋅ ⋅⋅ (points 4-5, 4-5, 3-5)	grand produit vectoriel	^

4. Signes d'égalité et d'inégalité

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⠠⠠ (points 2-3-5-6)	égal	=
⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-3-5-6)	différent de	≠
⠠⠠⠠ (points 5, 2-3-5-6)	peu différent de, environ égal à (signe double d'équivalence, signe d'équivalence souligné une fois)	≈ ou ≈ ou #
⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 5, 2-3-5-6)	signe double d'équivalence souligné	≅
⠠⠠⠠ (points 4-5, 2-3-5-6)	équivalent à ; asymptotiquement égal à	~
⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 2-3-5-6)	équivalence souligné deux fois	≡
⠠⠠⠠ (points 2-3-5-6, 2-3-5-6)	congru à ; identique à (trois traits horizontaux superposés ou deux traits horizontaux superposés séparés par un point)	≡ ou ≡
⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-3-5-6, 2-3-5-6)	sa négation	≠ ou ≠
⠠⠠⠠ (points 2-5, 2-3-5-6)	correspond à (signe d'égalité surmonté d'un accent circonflexe)	≐
⠠⠠⠠ (points 5, 3-4-5)	plus grand que, supérieur à	>
⠠⠠⠠ (points 4-5, 3-4-5)	plus grand ou égal à, supérieur ou égal à	≥ ou ≥
⠠⠠⠠ (points 5, 1-2-6)	plus petit que, inférieur à	<
⠠⠠⠠ (points 4-5, 1-2-6)	plus petit ou égal à, inférieur ou égal à	≤ ou ≤
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 3-4-5, 5, 1-2-6)	plus grand ou plus petit que	><
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 5, 3-4-5)	très supérieur à ; ordre décroissant (deux signes « plus grand que » imbriqués l'un dans l'autre)	≫

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⠠⠠⠠ (points 5, 5, 1-2-6)	très inférieur à ; ordre croissant (deux signes « plus petit que » imbriqués l'un dans l'autre)	«
⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-6, 3-4-5)	postérieur à, suit (sorte de v arrondi, pointe vers la droite)	⤵
⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-6, 1-2-6)	antérieur à, précède (sorte de v arrondi, pointe vers la gauche)	⤴
⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-5, 3-4-5)	suit au sens large	⤵
⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-5, 1-2-6)	précède au sens large	⤴

5. Parenthèses, accolades et crochets

Attention ! en braille mathématique, les symboles représentant les accolades et les crochets sont différents de ceux du Code braille « général ».

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⠠⠨ (points 2-3-6)	parenthèse ouvrante sur une ligne	(...
⠠⠨ (points 3-5-6)	parenthèse fermante sur une ligne	...)
⠠⠨⠠⠨ (points 5, 2-3-6)	grande parenthèse ouvrante sur une ligne (imbrication)	(...
⠠⠨⠠⠨ (points 5, 3-5-6)	grande parenthèse fermante sur une ligne (imbrication)	...)
⠠⠨⠠⠨ (points 4-5, 2-3-6)	parenthèse ouvrante sur plusieurs lignes	(...
⠠⠨⠠⠨ (points 4-5, 3-5-6)	parenthèse fermante sur plusieurs lignes	...)
⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 2-3-6)	accolade ouvrante sur une ligne	{...
⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 3-5-6)	accolade fermante sur une ligne	...}
⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 2-3-6)	accolade ouvrante sur plusieurs lignes	{...
⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 3-5-6)	accolade fermante sur plusieurs lignes	...}
⠠⠨⠠⠨ (points 1-2-3-5-6)	crochet ouvrant sur une ligne	[...
⠠⠨⠠⠨ (points 2-3-4-5-6)	crochet fermant sur une ligne	...]
⠠⠨⠠⠨ (points 5, 1-2-3-5-6)	grand crochet ouvrant sur une ligne (imbrication)	[...

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⠠⠠⠠ (points 5, 2-3-4-5-6)	grand crochet fermant sur une ligne (imbrication)	...]
⠠⠠⠠ (points 4-5, 1-2-3-5-6)	crochet ouvrant sur plusieurs lignes	[...
⠠⠠⠠ (points 4-5, 2-3-4-5-6)	crochet fermant sur plusieurs lignes	...]
⠠⠠⠠ (points 4-6, 1-2-3-5-6)	crochet double ouvrant sur une ligne	[[...
⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-3-4-5-6)	crochet double fermant sur une ligne	...]]

Note : les grands crochets ⠠⠠⠠ (points 5, 1-2-3-5-6) ⠠⠠⠠ (points 5, 2-3-4-5-6) encadrent les grandes parenthèses ⠠⠠⠠ (points 5, 2-3-6) ⠠⠠⠠ (point 5, 3-5-6) qui, elles-mêmes, encadrent les crochets ⠠⠠⠠ (points 1-2-3-5-6) ⠠⠠⠠ (points 2-3-4-5-6) qui encadrent les parenthèses ⠠⠠⠠ (points 2-3-6) ⠠⠠⠠ (points 3-5-6).

6. Notations ensemblistes

6.1 Les ensembles de nombres

Ils sont notés à l'aide de la lettre associée précédée du symbole double $\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-6, 4-6) (voir chapitre 2 « Différents types de lettres », paragraphe 2.2 « lettres "éclairées" »).

6.2 Notations diverses

configuration de points	signification et/ou description	représentation
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-6, 1-6)	inclus	\subset
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-6, 3-4)	non inclus	$\not\subset$
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-5-6, 4-6, 1-6)	inclus au sens large	\subseteq
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-5-6, 4-6, 3-4)	non inclus au sens large	$\not\subseteq$
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 5, 1-6)	contenant	\supset
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 5, 3-4)	ne contenant pas	$\not\supset$
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-5, 1-6)	appartient à	\in
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-5, 3-4)	n'appartient pas à	\notin
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-6, 4-5, 1-6)	symétrique de $\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-5, 1-6)	\ni
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-6, 4-5, 3-4)	symétrique de $\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-5, 3-4)	\ni
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-6, 1-4-6)	complémentaire	\complement
$\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 4-5, 3-4-5-6)	ensemble vide ; diamètre (lettre o majuscule barrée)	\emptyset

7. Divisions, fractions

Pour une fraction, on utilise le symbole $\frac{\cdot}{\cdot}$ (points 3-4).

Pour une division, on utilise le symbole \div (points 2-5).

Exemples :

$\frac{2}{3} = \frac{4}{6}$

deux tiers égalent quatre sixièmes

$$\frac{2}{3} = \frac{4}{6}$$

$1 \div 2 = 0,5$

un divisé par deux égale zéro virgule cinq

$$1 \div 2 = 0,5$$

Remarque : si, dans une fraction ou un rapport, l'un des termes (ou les deux) est complexe, on doit utiliser des blocs (voir chapitre 8 « Blocs »).

8. Blocs

∴ (points 5-6) début de bloc

•• (points 2-3) fin de bloc

Cette écriture permet d'éviter l'utilisation de parenthèses qui n'apparaissent pas en imprimé.

Le symbole de début de bloc prévient le lecteur qu'une expression plus ou moins complexe est écrite en exposant, en indice...

Les blocs sont utilisés :

- si la transcription linéaire du texte imprimé n'est pas possible (fractions, exposants, racines...) ;
- si l'écriture en imprimé comporte des espaces jouant le rôle de parenthèses (exemple : $\ln x$) ;
- si l'écriture en imprimé comporte l'abréviation d'un mot (arg, Card, rot...) ;
- si leur utilisation peut faciliter la lecture de l'expression.

On peut se dispenser de l'utilisation de blocs dans les cas où leur omission n'est pas susceptible de créer une ambiguïté. Ceci est vrai, en général, lorsque l'expression en exposant, en indice ou sous un radical est :

- un nombre entier ou décimal, éventuellement négatif ;
- une lettre, éventuellement précédée du signe « moins » (y compris les lettres majuscules, grecques, rondes...) ;
- une expression entre parenthèses.

Rappel : les exemples ci-dessous illustrent également l'emploi du modificateur mathématique $\ddot{\cdot}$ (point 6) et de l'indicateur de changement de code $\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$ (points 6, 3) (voir Introduction, II. « Transcription des mathématiques », 3° « Traitement d'une expression mathématique »).

Examples :

[illegible]

« a plus b » sur a

$$\frac{a+b}{a}$$

[illegible]

« a plus b » sur « c plus d »

$$\frac{a+b}{c+d}$$

« a sur b » plus « c sur d » égale

« ad plus bc » sur « bd » $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad+bc}{bd}$

9. Indices

9.1 Accentuations mathématiques

Les accents, que l'on place en imprimé à la droite des lettres (prime, seconde...), se représentent par des apostrophes ∙∙ (point 3).

Examples :

 a prime a'

••••• x seconde x"

a prime x plus a seconde y plus a tierce z

$$a'x + a''y + a'''z$$

9.2 Indice inférieur

On l'écrit après la quantité qu'il affecte. Il en est séparé par le symbole \cdot (points 2-6). Si l'indice est complexe, on le place dans un bloc (voir chapitre 8 « Blocs »).

Examples :

 a indice p a_p

 x indice zéro x_0

u indice « n plus un » u_{n+1}

d'indice ou d'exposant sont alors précédés du point 6 \therefore .

Exemple :

A 3x10 grid of dots. The dots are arranged in a pattern that suggests a sparse matrix structure, with some rows having more dots than others.

0 précédé de huit en indice et de seize en exposant

 ${}^{16}_8\text{O}$

10. Radicaux

On écrit la quantité sous le radical précédée du symbole $\sqrt{}$ (points 3-4-5).

Si l'exposant du radical est explicite, on le place avant le symbole $\sqrt{}$ (points 3-4-5) et on le fait précéder lui-même du symbole \cdot (point 4).

Si la quantité sous le radical est complexe, on la place dans un bloc.

Exemples :

$\sqrt{}$

racine carrée de deux

$\sqrt{2}$

$\sqrt[4]{}$

racine quatrième de a

$\sqrt[4]{a}$

$\sqrt[6]{(a+b)^3}$

racine sixième de « (a plus b) au cube » égale racine carrée de « a plus b »

$$\sqrt[6]{(a+b)^3} = \sqrt{a+b}$$

$\sqrt[3]{a + \sqrt{a+b}}$

racine cubique de « a plus racine carrée de "a plus b" »

$\sqrt[3]{a + \sqrt{a+b}}$

$\sqrt[4]{a} \sqrt[3]{b}$

« racine quatrième de a » « racine cubique de b »

$\sqrt[4]{a} \sqrt[3]{b}$

Remarque : en braille, dans des écritures similaires à celle qui précède, il faut utiliser des blocs pour éviter toute ambiguïté.

11. Flèches

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⠠⠠⠠ (points 4-5, 1-5-6)	flèche montante de gauche à droite : croissant	↗
⠠⠠⠠ (points 4-5, 1-2-4-5-6)	flèche verticale vers le haut	↑
⠠⠠⠠ (points 4-5, 2-4-6)	flèche montante de droite à gauche	↖
⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 1-5-6)	flèche horizontale vers la droite	→
⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 1-2-4-5-6)	flèche double horizontale, au-dessus de gauche à droite, au-dessous de droite à gauche : réversibilité	↔
⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 2-4-6)	flèche horizontale vers la gauche	←
⠠⠠⠠ (points 4-6, 1-5-6)	flèche descendante de gauche à droite : décroissant	↘
⠠⠠⠠ (points 4-6, 1-2-4-5-6)	flèche verticale vers le bas	↓
⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-4-6)	flèche descendante de droite à gauche	↙
⠠⠠⠠ (points 5, 1-5-6)	flèche horizontale de gauche à droite commençant par une barre verticale : a pour image	↪
⠠⠠⠠ (points 5, 1-2-4-5-6)	flèche horizontale dans les deux sens	↔

Example :

f de grand r dans grand r, x a pour image y égale « un sur x »

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \mapsto y = \frac{1}{x}$$

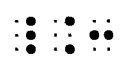

12. Signes suscrits, signes souscrits, géométrie

En imprimé, on place un trait, un angle, un arc, une flèche... au-dessus ou au-dessous de certaines lettres ou groupes de lettres.

En braille, on les remplace par les symboles suivants que l'on place avant les quantités affectées.

12.1 Signes suscrits

configuration de points	signification et/ou description	représentation
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4, 2-5)	arc (demi-rond convexe vers le haut)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 2-5)	angle saillant (accent circonflexe)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-6, 2-5)	vecteur (flèche horizontale dirigée vers la droite)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-6, 2-5, 4, 1-3-4-5)	tenseur d'ordre n	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5-6, 2-5)	mesure algébrique ; conjugué de ; complémentaire de ; classe d'un élément d'un ensemble... (barre horizontale)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4, 4, 2-5)	arc sous-tendu par un angle rentrant (demi-rond convexe vers le bas)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5-6, 4-5, 2-5)	angle rentrant (accent circonflexe renversé)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 5, 4-6, 2-5)	vecteur axial (flèche circulaire de sens positif)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 5, 4-5-6, 2-5)	tilde (s inversé et couché, comme le signe d'équivalence)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 4, 2-5)	flèche circulaire de sens négatif	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 4-5, 2-5)	té renversé	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 4-6, 2-5)	daguer (croix)	
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 4-5-6, 2-5)	double barre horizontale	

configuration de points	signification et/ou description	représentation
 (points 4-5-6, 4-6, 2-5)	flèche horizontale dirigée vers la gauche	

Exemples :



vecteur v

\vec{v}



mesure algébrique de AB

\overline{AB}



arc AB

\widehat{AB}



angle AOB

\widehat{AOB}



angle de Ox avec Oy

$\widehat{(Ox, Oy)}$









angle du vecteur OA avec le vecteur OM

$\widehat{(\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OM})}$

12.2 Signes souscrits

Au-dessous d'une quantité, ou de certains de ses indices, on trouve parfois une flèche, un trait... En braille, on place avant la quantité ou avant les indices concernés les symboles formés du signe suscrit identique indiqué dans le tableau du paragraphe 12.1, précédé du caractère ⠨ (points 4-6).

Exemples :

⠨⠠⠠⠠⠠⠠⠠	demi-rond convexe vers le haut	
⠨⠠⠠⠠⠠⠠⠠	accent circonflexe	
⠨⠠⠠⠠⠠⠠⠠	flèche vers la droite	
⠨⠠⠠⠠⠠⠠⠠	barre horizontale	
⠨⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	demi-rond convexe vers le bas	
⠨⠠⠠⠠⠠⠠⠠	accent circonflexe renversé	

12.3 Signes géométriques

configuration de points	signification et/ou description	représentation
 (points 4-5-6, 1-2-5-6)	parallèle à	//
 (points 4-5, 1-2-5-6)	perpendiculaire à ; anti-truc	⊥

Exemples :

la droite « d majuscule » est parallèle à la droite « delta majuscule » $(D) // (\Delta)$

la droite « A B » est perpendiculaire à la droite « A prime B prime » $(AB) \perp (A' B')$

13. Encadrements, barres verticales


13.1 Notation

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⋮ (points 1-2-3-4-5-6)	barre verticale sur une ligne	... ou ...
⋮ ⋮ (points 4-5-6, 1-2-3-4-5-6)	barre verticale sur plusieurs lignes	... ou ou ...
⋮ ⋮ (points 4-5, 1-2-3-4-5-6)	double barre verticale sur une ligne	... ou ...
⋮ ⋮ (points 4-6, 1-2-3-4-5-6)	double barre verticale sur plusieurs lignes	... ou ou ...
⋮ ⋮ (points 6, 3-4-5)	changement de ligne dans un tableau	
⋮ ⋮ (points 5, 2)	case vide dans un tableau	

13.2 Valeur absolue, module, norme...

Examples :

• • • • • valeur absolue de « x indice zéro » $|x_0|$


 module de « a plus ib »
 $|a + ib|$

norme de « k vecteur u » égale « valeur absolue de k » « norme de vecteur u »

$$\|k\vec{u}\| = |k| \|\vec{u}\|$$

f restreinte à l'ensemble E $f|_E$

13.3 Déterminants et matrices

En braille, les déterminants et matrices sont transcrits, dans la mesure du possible, comme en imprimé. Dans ce cas :

- les barres verticales ou parenthèses sont transcrites comme des symboles sur une seule ligne ;
- pour symboliser une case vide, on peut se dispenser du symbole $\cdot\cdot$ (points 5, 2) (case vide) en laissant l'espace correspondant.

Toutefois, si les expressions ou termes dans les déterminants ou matrices sont disproportionnés, on peut adopter l'écriture linéaire en utilisant le symbole $\cdot\cdot$ (points 6, 3-4-5) (changement de ligne dans un tableau). Dans ce cas, les barres verticales ou parenthèses sont transcrites comme des symboles sur plusieurs lignes au début et à la fin du déterminant ou de la matrice.

Exemples :

$\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$

$\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$

I égale déterminant « 1, 0 ; 2, 3 » égale 3 $I = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 3 \end{vmatrix} = 3$

$\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$

$\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$

$\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$

ou en linéaire

$\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$






$\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$ $\cdot\cdot$

J égale la matrice « 1, case vide, case vide, 4 ; 2, 3, 5, 6 ; -7, 8, case vide, 9 »

$$J = \begin{pmatrix} 1 & & & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 6 \\ -7 & 8 & & 9 \end{pmatrix}$$

14. Fonctions

14.1 Notation

configuration de points	signification et/ou description	représentation
 (points 4-5-6, 3-4-5-6)	produit de composition de fonctions (petit rond)	\circ
 (points 5, 1-4-5)	dérivée partielle (lettre « d ronde minuscule »)	∂
 (points 4-6, 4-5, 1-4-5)	laplacien (grand delta)	Δ
 (points 4-5-6, 1-4-5-6)	d'alembertien (petit carré)	\square
 (points 4-6, 1-4-5-6)	différentielle absolue, covariante, nabla (triangle équilatéral pointé vers le bas, grand delta renversé)	∇

Examples :

● ● . . ● ● . .
● . ● ●
. . ● ● ● ● ● ●

f de x

 $f(x)$ [illegible]

g prime de x égale « trois x plus quatre »

$$g'(x) = 3x + 4$$

[illegible]

« f rond g » de x égale f de « g de x »

$$f \circ g(x) = f[g(x)]$$

[illegible]

« d ronde » « f de x et y » sur « d ronde » x égale « cinq xy moins sept x »

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = 5xy - 7x$$

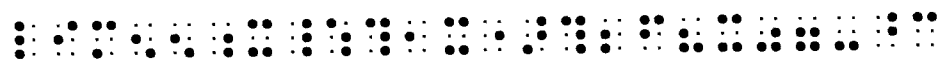
14.2 Limites

Exemples :



limite de f de x quand x tend vers plus l'infini égale zéro

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 0$$



limite quand x tend vers quatre, x strictement supérieur à quatre, de f de x égale moins l'infini

$$\lim_{\substack{x \rightarrow 4 \\ x > 4}} f(x) = -\infty$$



limite quand x tend vers plus l'infini de « ln de "x plus deux" sur x » égale zéro

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln(x+2)}{x} = 0$$

14.3 Tableaux de signes, tableaux de variation

Pour la transcription de tableaux de signes et de tableaux de variation, il convient de tenir compte des observations suivantes :

- on peut ne pas transcrire le trait séparateur horizontal (voir exemple 4),
- la « double barre », dans un tableau, est transcrite par le symbole $\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 1-2-3-4-5-6) et non par le symbole $\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 1-2-3-4-5-6),
- dans les cas où tous les renseignements d'une ligne du tableau d'origine ne peuvent être écrits sur une seule ligne en braille, plusieurs méthodes sont proposées (voir exemples 3 et 4).

Exemple 1

x	$-\infty$	$\frac{3}{2}$	$+\infty$
$2x-3$	$-$	0	$+$

Braille representation of Example 1:

Exemple 2

x	$-\infty$	7	$+\infty$
$f'(x)$	$+$	0	$-$
$f(x)$	$-\infty$	\nearrow	$-1 \searrow -\infty$

Braille representation of Example 2:

Exemple 3

x	$-\infty$	-4	$\frac{2}{3}$	$+\infty$					
$f'(x)$	$-$	0	$+$	$-$					
$f(x)$	$+\infty$	\searrow	1	\nearrow	$+\infty$	\parallel	$+\infty$	\searrow	5

x	$-\infty$	-4	$\frac{2}{3}$	$+\infty$					
$f'(x)$	$-$	0	$+$	$-$					
$f(x)$	$+\infty$	\searrow	1	\nearrow	$+\infty$	\parallel	$+\infty$	\searrow	5

ou, en scindant le tableau

x	$-\infty$	-4	$\frac{2}{3}$	$+\infty$					
$f'(x)$	$-$	0	$+$	$-$					
$f(x)$	$+\infty$	\searrow	1	\nearrow	$+\infty$	\parallel	$+\infty$	\searrow	5

	x	$-\infty$	-4	$\frac{2}{3}$	$+\infty$					
	$f'(x)$	$-$	0	$+$	$-$					
	$f(x)$	$+\infty$	\searrow	1	\nearrow	$+\infty$	\parallel	$+\infty$	\searrow	5

Example 4

x	$-\infty$	$\sqrt{2}$	$\frac{1+\sqrt{3}}{2}$	$+\infty$					
$f'(x)$		+	0	-		-			
$f(x)$	$-\infty$	\nearrow	$\frac{1-\sqrt{5}}{7}$	\searrow	$-\infty$		$+\infty$	\searrow	$\frac{2}{3}$

14.4 Intégrales

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⋮ (points 1-2-3-4-6)	intégrale, signe somme	\int
⋮ ⋮ (points 4-6, 1-2-3-4-6)	intégrale le long d'un contour fermé, intégrale curviligne	\oint
⋮ ⋮ (points 1-2-3-4-6, 1-2-3-4-6)	intégrale double	\iint
⋮ ⋮ ⋮ (points 4-6, 1-2-3-4-6, 1-2-3-4-6)	intégrale double sur une surface fermée	\oiint
⋮ ⋮ (points 4-5-6, 1-2-3-4-6)	somme après permutation circulaire	\sum_c

Examples :

intégrale de a à b de « f de x dx »

$$\int_a^b f(x) dx$$

[illegible]

intégrale de zéro à cinq demis de « f de x dx » égale « F de cinq demis » moins « F de zéro »

$$\int_0^{\frac{5}{2}} f(x) dx = F\left(\frac{5}{2}\right) - F(0)$$

intégrale un à deux de « cinq x dx »

$$\int_1^2 5x dx$$

A 3x12 grid of dots representing a 36-letter alphabet. The first 10 columns use combinations of 1, 2, and 3 dots in a 3x3 sub-grid. The last 2 columns use combinations of 1 and 2 dots in a 2x2 sub-grid.

$$\int_{(C)} f(x) dx$$

intégrale ou somme double sur S de « f de x, y dx dy »

$$\oint_S f(x, y) dx dy$$

14.5 Logarithmes

On utilise les mêmes notations qu'en imprimé.

Si, en imprimé, les expressions dans un logarithme ne sont pas écrites entre parenthèses, on emploie, en braille, des blocs.

Examples :

[illegible]

logarithme népérien de (a sur b)

$$\ln \left(\frac{a}{b} \right)$$

logarithme népérien de « xy » égale logarithme népérien de x plus logarithme népérien de y

$$\ln xy = \ln x + \ln y$$

logarithme en base sept de x égale logarithme népérien de x divisé par logarithme népérien de sept

$$\log_7 x = \frac{\ln x}{\ln 7}$$

14.6 Trigonométrie

On utilise les mêmes notations qu'en imprimé, tout particulièrement dans les documents faisant l'objet d'une large diffusion.

Si, en imprimé, les expressions dans une formule trigonométrique ne sont pas écrites entre parenthèses, on emploie, en braille, des blocs.

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⠠⠠⠠ (points 2-3-4, 2-4, 1-3-4-5)	sinus	sin
⠠⠠⠠ (points 1-4, 1-3-5, 2-3-4)	cosinus	cos
⠠⠠⠠ (points 2-3-4-5, 1, 1-3-4-5)	tangente	tan
⠠⠠⠠⠠ (points 1-4, 1-3-5, 2-3-4-5, 1, 1-3-4-5)	cotangente	cotan
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 1, 1-2-3-5, 1-4, 2-3-4, 2-4, 1-3-4-5)	arc sinus	arcsin
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 1, 1-2-3-5, 1-4, 1-4, 1-3-5, 2-3-4)	arc cosinus	arccos
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 1, 1-2-3-5, 1-4, 2-3-4-5, 1, 1-3-4-5)	arc tangente	arctan
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 1, 1-2-3-5, 1-4, 1-4, 1-3-5, 2-3-4-5, 1, 1-3-4-5)	arc cotangente	arccotan

Si, en imprimé, le signe n'est suivi que d'un seul caractère ou d'un nombre, les symboles de blocs peuvent être omis.

Example :

.

[illegible]
$$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

14.7 Lignes hyperboliques

On utilise les mêmes notations qu'en imprimé.

Si, en imprimé, les expressions dans une formule hyperbolique ne sont pas écrites entre parenthèses, on emploie, en braille, des blocs.

Example :

cosinus hyperbolique au carré de x moins sinus hyperbolique au carré de x égale un

$$ch^2 x - sh^2 x = 1$$

15. Quantificateurs et signes d'implications

configuration de points	signification et/ou description	représentation
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 1-6)	quantificateur existentiel : il existe	\exists
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 4-5-6, 1-6)	sa négation	\nexists
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 1-6, 2-3-5)	il existe un unique	$\exists!$
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 3-4)	quantificateur universel : quel que soit, pour tout	\forall
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 4-5-6, 3-4)	sa négation	\nforall
⠠⠨⠠⠨ (points 2-5)	tel que (représenté par « deux points » ou une barre oblique ou une barre verticale)	: ou / ou
⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 2-5, 2)	implication à droite : implique, entraîne à droite	\Rightarrow
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 2-5, 2)	sa négation	\nRightarrow
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 5, 2-5)	implication à gauche : est impliqué par, entraîne à gauche	\Leftarrow
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 5, 2-5)	sa négation	\nLeftarrow
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 5, 2-5, 2)	équivalence logique : équivaut à	\Leftrightarrow
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 5, 2-5, 2)	sa négation	\nLeftrightarrow

Examples :

[illegible]

ou en laissant un espace :

il existe x tel que x appartienne à l'ensemble A $\exists x : x \in A$

quel que soit epsilon supérieur à zéro, il existe δ supérieur à zéro tel que « valeur absolue de "x indice deux" moins "x indice un" » inférieur ou égal à δ implique valeur absolue de « "f de x indice deux" moins "f de x indice un" » inférieur ou égal à epsilon

$$\forall \varepsilon > 0 \quad \exists \eta > 0 : |x_2 - x_1| \leq \eta \Rightarrow |f(x_2) - f(x_1)| \leq \varepsilon$$

16. Principales unités

16.1 Généralités

- 1) On utilise les mêmes notations qu'en imprimé. La partie numérique doit généralement, comme dans l'imprimé, être séparée de l'unité par un espace.
- 2) Les symboles des unités sont construits à partir de ceux de l'imprimé. En braille abrégé, conformément aux consignes énoncées dans l'introduction, II. 8° « Usage de l'abrégé », dans un document ou un ouvrage à caractère scientifique, les unités représentées par des lettres minuscules isolées ou séquences de lettres commençant par une lettre minuscule sont précédées du modificateur mathématique \mathbb{N} (point 6).
- 3) Dans la mesure du possible, conformément aux normes typographiques de l'imprimé, on écrit un nombre et son unité sur une même ligne.

16.2 Notation

a) Multiples et sous-multiples décimaux

⠠⠠⠠⠠	péta P (10^{15})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠⠠⠠	téra T (10^{12})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠⠠⠠	giga G (10^9)	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠⠠⠠	méga M (10^6)	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠⠠⠠	hectokilo hk (10^5)	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠⠠⠠	myria ma (10^4)	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	kilo k (10^3)	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	hecto h (10^2)	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠⠠⠠	déca da (10)	⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	déci d (10^{-1})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	centi c (10^{-2})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	milli m (10^{-3})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠⠠⠠	micro μ (10^{-6})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	nano n (10^{-9})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	pico p (10^{-12})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠	femto f (10^{-15})	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

b) Longueur

⠠⠠⠠⠠	myriamètre	mam
⠠⠠	kilomètre	km
⠠⠠	hectomètre	hm
⠠⠠⠠	décamètre	dam
⠠	mètre	m
⠠⠠	décimètre	dm
⠠⠠	centimètre	cm
⠠⠠	millimètre	mm
⠠⠠	micromètre	μm
⠠⠠⠠⠠⠠	angström	Å (lettre a majuscule surmontée d'un petit rond)

c) Aire ou superficie

⠠⠠⠠⠠	kilomètre carré	km ²
⠠⠠⠠⠠	hectomètre carré	hm ²
⠠⠠⠠⠠⠠	décamètre carré	dam ²
⠠⠠⠠	mètre carré	m ²
⠠⠠⠠⠠	décimètre carré	dm ²
⠠⠠⠠⠠	centimètre carré	cm ²
⠠⠠⠠⠠	millimètre carré	mm ²

d) Mesures agraires

⠠⠠⠠ hectare ha

⠠ are a

⠠⠠ centiare ca

e) Volume

⠠⠠⠠⠠ kilomètre cube km³

⠠⠠⠠ hectomètre cube hm³

⠠⠠⠠⠠⠠ décamètre cube dam³

⠠⠠⠠ mètre cube m³

⠠⠠⠠⠠ décimètre cube dm³

⠠⠠⠠⠠ centimètre cube cm³

⠠⠠⠠⠠ millimètre cube mm³

f) Capacité

⠠⠠⠠⠠	kilolitre	kL
⠠⠠⠠	hectolitre	hL
⠠⠠⠠⠠⠠	décalitre	daL
⠠⠠	litre	L
⠠⠠⠠	décilitre	dL
⠠⠠⠠	centilitre	cL
⠠⠠⠠	millilitre	mL

g) Masse

⠠	tonne	t
⠠	quintal	q
⠠⠠	kilogramme	kg
⠠⠠	hectogramme	hg
⠠⠠⠠	décagramme	dag
⠠	gramme	g
⠠⠠	décigramme	dg
⠠⠠	centigramme	cg
⠠⠠	milligramme	mg

h) Monnaies

⠠⠠⠠ euro €

⠠⠠ centime d'euro c

⠠⠠⠠ franc F

Remarque : en braille, la construction du symbole de l'euro (€) étant analogue à celle de la lettre grecque minuscule epsilon (ε), on pourra utiliser le modificateur mathématique

⠠ (point 6) devant la lettre grecque pour lever toute ambiguïté. Cette recommandation est cependant facultative dans l'immense majorité des cas, le contexte ne prêtant pas à confusion.

i) Calorimétrie

⠠⠠⠠ thermie th

⠠⠠⠠⠠ millithermie mth

⠠⠠⠠⠠⠠ microthermie μth

⠠⠠⠠⠠ calorie cal

j) Travail, énergie

⠠⠠⠠ joule J

⠠⠠⠠⠠ kilojoule kJ

⠠⠠⠠⠠ watt heure Wh

⠠⠠⠠⠠ kilogrammètre kgm

⠠⠠⠠⠠ électron-volt eV

k) Puissance

⠠⠠⠠ kilowatt kW

⠠⠠ watt W

⠠⠠ cheval vapeur cv

l) Force

⠠⠠ newton N

⠠⠠ sthène sn

m) Pression

⠠⠠⠠ pascal Pa

⠠⠠⠠ bar bar

⠠⠠ millibar mb

⠠⠠ pièze pz

n) Électricité, magnétisme

⠠⠠⠠	ampère	A
⠠⠠⠠	coulomb	C
⠠⠠⠠	volt	V
⠠⠠⠠⠠	ohm	Ω
⠠⠠⠠	farad	F
⠠⠠⠠	henry	H
⠠⠠⠠⠠	weber	Wb
⠠⠠⠠	tesla	T
⠠⠠⠠⠠	maxwell	Mx

o) Optique

⠠⠠⠠	candela	cd
⠠⠠⠠	lumen	lm
⠠⠠⠠	lux	lx
⠠⠠⠠	phot	ph
⠠⠠⠠	dioptrie	δ

p) Radioactivité

⠠⠠⠠	becquerel	Bq
⠠⠠⠠	curie	Ci
⠠⠠⠠	gray	Gy
⠠⠠⠠	rad	rad
⠠⠠	röntgen	R
⠠⠠⠠	sievert	Sv

q) Angle et arc

⠠⠠	degré	°
⠠	minute	'
⠠⠠	seconde	"
⠠⠠	grade	gr
⠠⠠	radian	rd
⠠⠠	stéradian	sr

r) Temps, fréquence

⠠⠠	heure	h
⠠⠠⠠	minute	min
⠠	seconde	s
⠠⠠⠠	hertz	Hz

s) Acoustique

⠠⠠	bel	B
⠠⠠⠠	décibel	dB

t) Température

⠠⠠⠠⠠	degré Celsius	°C
⠠⠠	kelvin	K

16.3 Examples

a) En braille intégral

 cinq virgule trois kilomètres 5,3 km

trois virgule quarante euros	3,40 €
------------------------------	--------

un virgule cinq kilowatt 1,5 kW

deux cent vingt volts 220 V

soixante-sept kilomètres carrés 67 km²

treinta y siete (angle, arc ou température) 37°

quarante-cinq degrés vingt-cinq minutes douze secondes (angle ou arc) 45° 25' 12"

zéro degré Celsius 0 °C

cinquante kilomètres par heure 50 km/h

trois virgule quatre mètres seconde moins un $3,4 \text{ m.s}^{-1}$

deux heures trente-cinq minutes quinze secondes 2 h 35 min 15 s

sept litres 7 L

2 h 35 min 15 s

7 L

50 cL

4 MHz

6 Ω

5 μV

9 Å

16.4 Signes divers

%

‰

n°

Les finales du type « ième » sont transcrites comme dans l'imprimé, sans utilisation de l'abrégé.

Examples :

5%

12‰

n° 12

⠠⠠⠠⠠⠠⠠

primo

1^o

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

premier

1^{er}

⠠⠠⠠⠠⠠⠠

deuxième

2^{me}

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

(p plus q) ième

$(p + q)^{i\grave{e}me}$

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

septième (en imprimé, « ème » est écrit sur la même ligne que le 7)

7^{ème}

TABLEAU RÉCAPITULATIF

I. Valeur des clés devant une lettre

⠠ (points 4-6)	lettre ordinaire majuscule
⠡ (points 4-5-6)	italique ; gras ; souligné
⠢ (points 4-5)	lettre grecque minuscule
⠣ (points 4-6, 4-5)	lettre grecque majuscule
⠤ (point 5)	lettre ronde minuscule
⠥ (points 4-6, 5)	lettre ronde majuscule
⠦ (points 4-6, 4-6)	lettre « éclairée » (désignant les ensembles de nombres)
⠧ (points 4-5, 4-5)	lettre hébraïque

II. Symboles obtenus par combinaisons des clés et des chiffres

⠠⠠ (points 6, 1-6)	chiffre un isolé	1
⠠⠡ (points 5, 1-6)	contenant	⊃
⠠⠢ (points 4-5, 1-6)	appartient à	∈
⠠⠣⠠ (points 4-6, 4-5, 1-6)	symétrique de ⠠⠢ (points 4-5, 1-6)	↔
⠠⠣⠡ (points 4-6, 1-6)	inclus	⊂
⠠⠣⠡⠠ (points 4-5-6, 4-6, 1-6)	inclus au sens large	⊆
⠠⠣⠢ (points 4-5-6, 1-6)	il existe	∃
⠠⠣⠢⠠ (points 4-6, 4-5-6, 1-6)	sa négation	∄
⠠⠣⠢⠡ (points 4-5-6, 1-6, 2-3-5)	il existe un unique	∃!

$\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 6, 1-2-6)	chiffre deux isolé	2
$\cdot\cdot\cdot$ (points 5, 1-2-6)	inférieur à	<
$\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 5, 5, 1-2-6)	très inférieur à	≪
$\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-5, 1-2-6)	inférieur ou égal à	≤ ou ≤
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-6, 4-6, 1-2-6)	antérieur à	↖
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-5, 4-5, 1-2-6)	précède au sens large	≲
$\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 6, 1-4-6)	chiffre trois isolé	3
$\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-6, 1-4-6)	complémentaire	⌊
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 6, 1-4-5-6)	chiffre quatre isolé	4
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-6, 1-4-5-6)	différentielle absolue	∇
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-5-6, 1-4-5-6)	d'alembertien	□
$\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 6, 1-5-6)	chiffre cinq isolé	5
$\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 5, 1-5-6)	a pour image	↦
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-5, 1-5-6)	croissant	↗
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-6, 1-5-6)	décroissant	↘
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 4-5-6, 1-5-6)	flèche horizontale vers la droite	→
$\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot$ (points 6, 1-2-4-6)	chiffre six isolé	6

$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 6, 1-2-4-5-6)	chiffre sept isolé	7
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 5, 1-2-4-5-6)	flèche horizontale dans les deux sens	\leftrightarrow
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 1-2-4-5-6)	flèche verticale vers le haut	\uparrow
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-6, 1-2-4-5-6)	flèche verticale vers le bas	\downarrow
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5-6, 1-2-4-5-6)	réversibilité	\rightleftarrows
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 6, 1-2-5-6)	chiffre huit isolé	8
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5-6, 1-2-5-6)	parallèle à	//
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 1-2-5-6)	perpendiculaire à ; anti-truc	\perp
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 6, 2-4-6)	chiffre neuf isolé	9
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 2-4-6)	flèche montante de droite à gauche	\nearrow
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-6, 2-4-6)	flèche descendante de droite à gauche	\searrow
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5-6, 2-4-6)	flèche horizontale vers la gauche	\leftarrow
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 6, 3-4-5-6)	chiffre zéro isolé	0
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5, 3-4-5-6)	ensemble vide ; diamètre	\emptyset
$\begin{smallmatrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{smallmatrix}$ (points 4-5-6, 3-4-5-6)	produit de composition	\circ

III. Symboles obtenus par combinaisons des clés et des caractères autres que lettres et chiffres






⠠ (point 4)	indicateur d'exposant, indice supérieur	□ [•]
⠠⠠ (points 4, 4)	indice suscrit	□ ^{••}
⠠⠠⠠ (points 6, 4)	indice supérieur à gauche en chimie	•□
⠠⠠ (points 3-4)	barre de fraction ; barre oblique de division ; quotient d'ensembles	— ou /
⠠⠠⠠ (points 5, 3-4)	ne contenant pas	⊄
⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 3-4)	n'appartient pas à	∉
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-5, 3-4)	symétrique de ⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 3-4)	⊻
⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 3-4)	non inclus	⊈
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 4-6, 3-4)	non inclus au sens large	⊉
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 3-4)	quel que soit, pour tout	∀
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-5-6, 3-4)	sa négation	∄
⠠⠠⠠ (points 3-4-5)	racine	√
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4, 1-3-4-5, 3-4-5)	racine nième	ⁿ √
⠠⠠⠠⠠ (points 6, 3-4-5)	changement de ligne dans un tableau	
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 3-4-5)	supérieur à	>

⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 3-4-5, 5, 1-2-6)	plus grand ou plus petit que	\gg
⠠⠠⠠ (points 5, 5, 3-4-5)	très supérieur à	\ggg
⠠⠠⠠ (points 4-5, 3-4-5)	supérieur ou égal à	\geq ou \geq
⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-6, 3-4-5)	postérieur à	\succ
⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-5, 3-4-5)	suit au sens large	\succcurlyeq
⠠⠠ (point 2)	virgule	,
⠠⠠ (point 5)	indicateur de continuation	
⠠⠠⠠ (points 5, 2)	case vide dans un tableau	
⠠⠠⠠ (point 3)	prime ;	
	espace séparant les chiffres dans un nombre	'
⠠⠠⠠⠠ (points 3, 3)	seconde	"
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 3, 3, 3)	tierce	'''
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (point 6)	modificateur mathématique	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 6, 3)	indicateur de changement de code	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5-6)	début de bloc	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 2-3)	fin de bloc	










⠠⠠ (points 2-5)	deux points ; divisé par ; tel que	:
⠠⠠⠠ (points 2-5, 2)	implication à droite :	
	implique, entraîne à droite	⇒
⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-5, 2)	sa négation	⇏
⠠⠠⠠ (points 5, 2-5)	implication à gauche :	
	est impliqué par, entraîne à gauche	⇐
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 5, 2-5)	sa négation	⇏
⠠⠠⠠⠠ (points 5, 2-5, 2)	équivalence logique : équivaut à	⇔
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 5, 2-5, 2)	sa négation	⇏

Signes suscrits

⠠⠠⠠ (points 4, 2-5)	arc	⠠⠠
⠠⠠⠠ (points 4-5, 2-5)	angle saillant	⠠⠠
⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-5)	vecteur	⠠⠠
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-5, 4, 1-3-4-5)	tenseur d'ordre n	⠠⠠ ⁿ
⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 2-5)	barre horizontale	⠠⠠
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4, 4, 2-5)	arc sous-tendu par un angle rentrant	⠠⠠
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 4-5, 2-5)	angle rentrant	⠠⠠
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 4-6, 2-5)	vecteur axial,	
	flèche circulaire de sens positif	⠠⠠
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 4-5-6, 2-5)	tilde	⠠⠠

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 4, 2-5)	flèche circulaire de sens négatif	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-5, 2-5)	té renversé	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-6, 2-5)	daguer	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-5-6, 2-5)	double barre horizontale	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 4-6, 2-5)	flèche horizontale dirigée vers la gauche	

Signes souscrits

⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4, 2-5)	demi-rond convexe vers le haut	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-5, 2-5)	accent circonflexe	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-6, 2-5)	flèche vers la droite	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-5-6, 2-5)	barre horizontale	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4, 4, 2-5)	demi-rond convexe vers le bas	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-5-6, 4-5, 2-5)	accent circonflexe renversé	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 5, 4-6, 2-5)	flèche circulaire de sens positif	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 5, 4-5-6, 2-5)	tilde	
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 3-6)	moins	

⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 2-5-6)	point	.
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠶ (points 2-5-6, 2-5-6, 2-5-6)	points de suspension	...
⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 2-6)	indice inférieur	\square_{\bullet}
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 6, 2-6)	indice inférieur à gauche en chimie	$\bullet\square$
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 2-6, 2-6)	indice souscrit	\square_{\bullet}
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 4-5, 2-6)	PPCM ; disjonction inclusive	\vee
⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 3-5)	multiplié par	\times
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 3-5, 3-5)	point multiplicatif ; produit scalaire	.
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 5, 3-5)	astérisque, étoile ; produit de convolution	*
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 5, 5, 3-5)	grande croix de multiplication	\times
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 4-6, 3-5)	produit tensoriel	\otimes
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 4-6, 4-6, 3-5)	grand produit tensoriel	\bigotimes
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 4-5-6, 4-5-6, 3-5)	croix double de multiplication	$\otimes\otimes$
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 4-5-6, 3-5)	factorielle	!
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 4-5, 3-5)	produit vectoriel ; produit extérieur ; PGCD ; conjonction ; wedge	\wedge
⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨⠠⠨⠶⠢⠶⠨ (points 4-5, 4-5, 3-5)	grand produit vectoriel	\bigwedge

⠠⠨⠠⠨ (points 2-3-5)	plus	+
⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 5, 2-3-5)	grand plus	⦶
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 2-3-5)	union	⋃
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 4-5-6, 2-3-5)	grande union	⋈
⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5, 2-3-5)	intersection	⋂
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5, 4-5, 2-3-5)	grande intersection	⋈
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 2-3-5)	plus dans un rond	⊕
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 4-6, 2-3-5)	grand plus dans un rond	⊕
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 2-3-5, 3-6)	plus ou moins	±
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 3-6, 2-3-5)	moins ou plus	∓
⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 2-3-6)	parenthèse ouvrante sur une ligne	(...
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 5, 2-3-6)	grande parenthèse ouvrante sur une ligne (imbrication)	(...)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5, 2-3-6)	parenthèse ouvrante sur plusieurs lignes	(... ...)
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-6, 2-3-6)	accolade ouvrante sur une ligne	{...}
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨ (points 4-5-6, 2-3-6)	accolade ouvrante sur plusieurs lignes	{... ...}

⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	parenthèse fermante sur une ligne	...)
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	grande parenthèse fermante sur une ligne (imbrication)	...)
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	parenthèse fermante sur plusieurs lignes	...)
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	accolade fermante sur une ligne	...}
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	accolade fermante sur plusieurs lignes	...}
⠠⠨⠠⠠⠠⠤⠠⠥⠠⠧	crochet ouvrant sur une ligne	[...
⠠⠨⠠⠨⠠⠠⠠⠤⠠⠥⠠⠧	grand crochet ouvrant sur une ligne (imbrication)	[...
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	crochet ouvrant sur plusieurs lignes	[...
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	crochet double ouvrant sur une ligne	[[...
⠠⠨⠠⠠⠠⠤⠠⠥⠠⠧	crochet fermant sur une ligne	...]
⠠⠨⠠⠨⠠⠠⠠⠤⠠⠥⠠⠧	grand crochet fermant sur une ligne (imbrication)	...]
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	crochet fermant sur plusieurs lignes	...]
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	crochet double fermant sur une ligne	...]]
⠠⠨⠠⠠⠤⠠⠥⠠⠧	égal	=
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	différent de	≠
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	peu différent de	≈ ou ≐ ou #
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	signe double d'équivalence souligné	≅
⠠⠨⠠⠨⠠⠤⠠⠥⠠⠧	équivalent à ; asymptotiquement égal à	~

⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 2-3-5-6)	équivalence souligné deux fois	\cong
⠠⠠⠠⠠ (points 2-3-5-6, 2-3-5-6)	congru à ; identique à	\equiv ou \equiv
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-3-5-6, 2-3-5-6)	sa négation	\neq ou \neq
⠠⠠⠠⠠ (points 2-5, 2-3-5-6)	correspond à	\triangleq
⠠⠠⠠ (points 3-4-6)	sinus	\sin
⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 3-4-6)	cosinus	\cos
⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 3-4-6)	arc sinus	\arcsin
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-6, 3-4-6)	arc cosinus	\arccos
⠠⠠⠠⠠ (points 5, 3-4-6)	pour cent	$\%$
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 3-4-6, 3-4-6)	pour mille	‰
⠠⠠⠠⠠ (points 2-3-4-6)	tangente	\tan
⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 2-3-4-6)	cotangente	\cotan
⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 2-3-4-6)	arc tangente	\arctan
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 4-6, 2-3-4-6)	arc cotangente	arccotan
⠠⠠⠠⠠ (points 1-2-3-4-6)	intégrale, signe somme	\int
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 1-2-3-4-6)	intégrale curviligne	\oint
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 1-2-3-4-6, 1-2-3-4-6)	intégrale double	\iint
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 1-2-3-4-6, 1-2-3-4-6)	intégrale double sur une surface fermée	\oiint

⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 1-2-3-4-6)	somme après permutation circulaire	Σ
⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 1-2-3-4-5-6)	barre verticale sur une ligne	$\left \dots \text{ ou } \dots \right $
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5-6, 1-2-3-4-5-6)	barre verticale sur plusieurs lignes	$\left \dots \text{ ou } \dots \right $
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 1-2-3-4-5-6)	double barre verticale sur une ligne	$\ \dots \text{ ou } \dots \ $
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 1-2-3-4-5-6)	double barre verticale sur plusieurs lignes	$\ \dots \text{ ou } \dots \ $

IV. Symboles obtenus par combinaisons de quelques clés et lettres

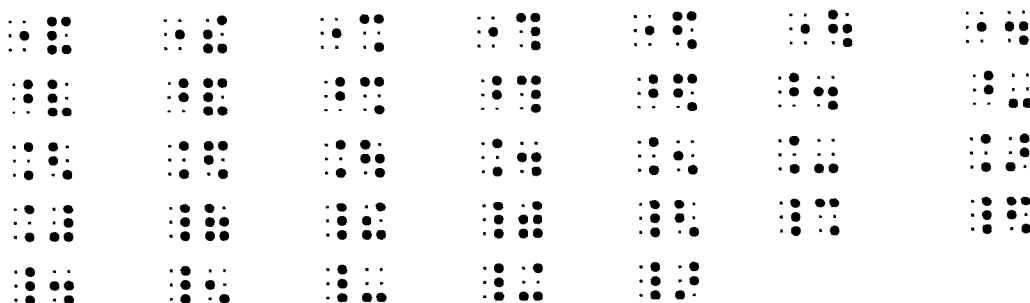
⠠⠠⠠⠠ (points 4-5, 1-4)	infini	∞
⠠⠠⠠⠠⠠ (points 5, 1-4-5)	dérivée partielle	∂
⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠ (points 4-6, 4-5, 1-4-5)	laplacien	Δ

V. Symboles disponibles

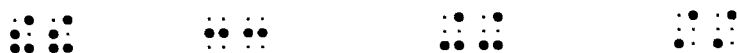
Cette liste n'est pas exhaustive. Elle permet la transcription de signes mathématiques n'ayant pas, dans cette notation, de symbole correspondant en braille. En sont exclus tous les symboles ayant une signification dans le Code de transcription en braille des textes imprimés (1^{ère} édition janvier 2006).

a) La liste "de base"

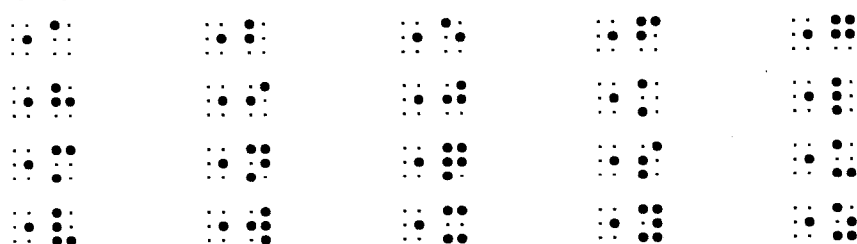
Elle regroupe les combinaisons disponibles de deux caractères qui se prêtent le mieux à la construction de symboles mathématiques additionnels.



b) Quelques symboles formés à partir de deux caractères identiques



c) Symboles formés de lettres précédées de la clé ⠠ (point 5)



d) Autres symboles basés sur les signes de ponctuation « virgule », « point-virgule », « apostrophe »

