

```
# =====  
# PCB RECTANGULAIRE 15×70mm - Stylet Auriculothérapie v4.0  
# =====
```

📏 DIMENSIONS & AVANTAGES

Format PCB Rectangulaire

...

Dimensions : 15mm × 70mm × 1.6mm
Poids : ~8g
Couches : 2 (TOP + BOTTOM)
Matériau : FR-4 standard
Rentre dans tube Ø20mm intérieur (Ø18mm utile)
...

✅ AVANTAGES vs PCB Circulaire

Aspect	Circulaire Ø18mm	Rectangulaire 15×70mm	Gagnant
-----	-----	-----	-----
Surface utile	254mm²	1050mm²	✅ Rectangle (4× plus)
Routage	Difficile	Facile	✅ Rectangle
Placement composants	Serré	Spacieux	✅ Rectangle
Assemblage CMS	Délicat	Standard	✅ Rectangle
Coût fabrication	~10€	~10€	≈ Égal
LED latérales	Perçage 90°	Montage plat	✅ Rectangle
Maintenance	Difficile	Facile	✅ Rectangle
Longueur stylet	100mm	140mm	⚠️ +40mm

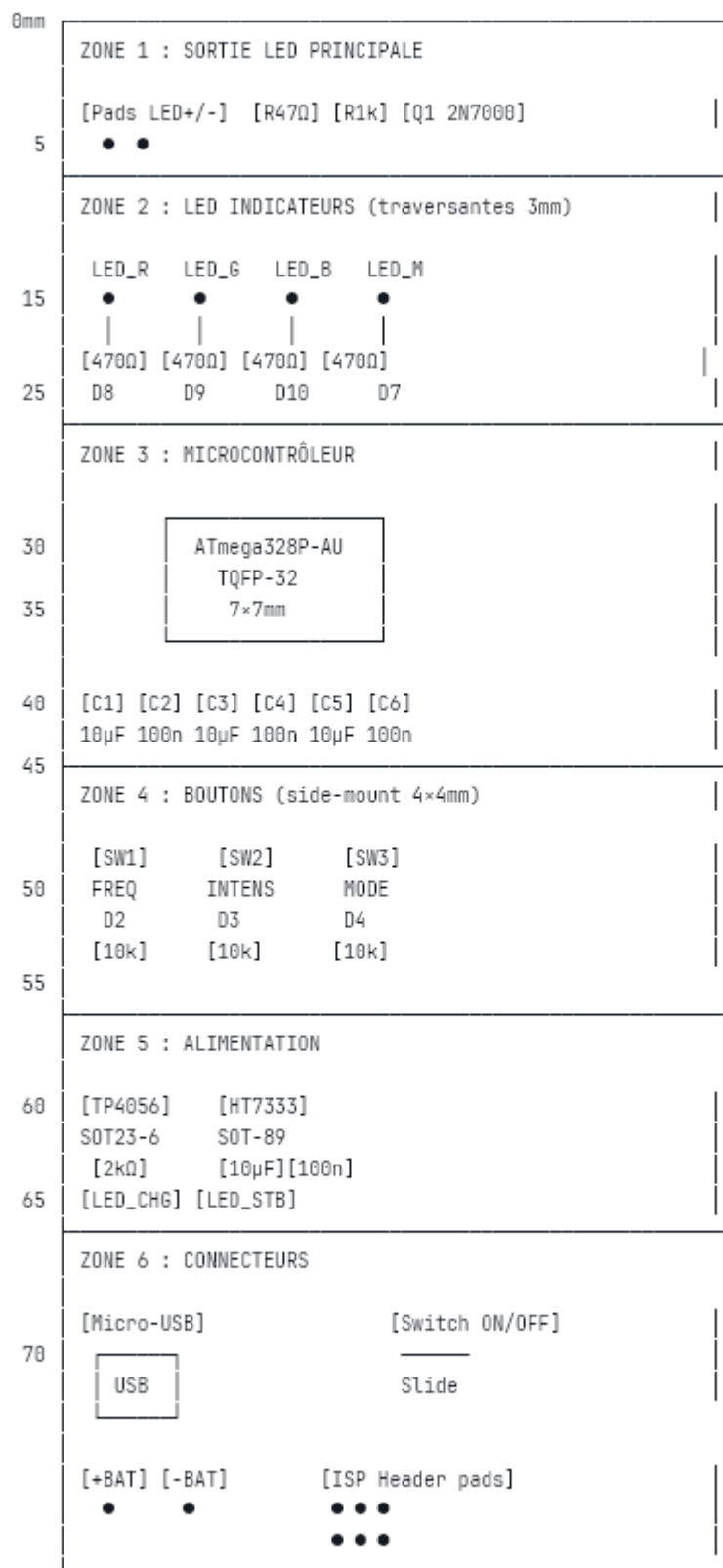
****Conclusion : PCB rectangulaire NETTEMENT supérieur !**** ✅

🗺️ LAYOUT PCB 15×70mm DÉTAILLÉ

Vue complète (échelle réelle)

...

0mm _____



15mm largeur

...

🦋 INTEGRATION MECANIQUE COMPLETE

Stylet complet avec compartiment batterie séparé

...

STYLET COMPLET Ø20mm × 140mm

0mm [Embout conique Ø2mm inox] (10mm)

10mm [Fibre optique PMMA Ø2mm] (30mm)

40mm [Support LED + LED Nichia sur câble]

45mm

PCB 15×70mm

40mm : ● LED Rouge (perçage tube)

45mm : ● LED Verte (perçage tube)

50mm : ● LED Bleue (perçage tube)

55mm : ● LED Mode (perçage tube)

75mm : [BTN] FREQ (perçage tube)

81mm : [BTN] INTENS (perçage tube)

87mm : [BTN] MODE (perçage tube)

98mm : [USB] + [Switch] (perçages tube)

115mm

Séparation PCB / Compartiment batterie

Câble souple JST 50mm

115mm

COMPARTIMENT BATTERIE

[Ressort contact +]

120mm

[Batterie LiPo 10440]

Ø10×40mm, 500mAh

155mm

[Contact - plat]

[Bouchon arrière démontable]

160mm

LONGUEUR TOTALE : 160mm (ou 140mm avec batterie plus courte)

...

Perçages latéraux du tube

...

VUE DÉVELOPPÉE DU TUBE (comme si on le déroulait) :

Position	Type	Dimension	Fonction
40mm	Rond	Ø3.2mm	LED Rouge visible
45mm	Rond	Ø3.2mm	LED Verte visible
50mm	Rond	Ø3.2mm	LED Bleue visible
55mm	Rond	Ø3.2mm	LED Mode visible
75mm	Carré	4.5×4.5mm	Bouton FREQ
81mm	Carré	4.5×4.5mm	Bouton INTENS
87mm	Carré	4.5×4.5mm	Bouton MODE
98mm	Rectangle	7×3mm	Micro-USB
98mm*	Rectangle	7×3mm	Switch (opposé USB)

* Position angulaire décalée de 180° par rapport à USB

...

! POSITIONNEMENT DÉTAILLÉ DES COMPOSANTS

Coordonnées exactes sur le PCB (origine = coin haut gauche)

...

COMPOSANT	X (mm)	Y (mm)	Rotation	Package	Note
Pads LED+	2	7.5	0°	Pad 2mm	Câble LED
Pads LED-	5	7.5	0°	Pad 2mm	
R1 (47Ω)	8	7.5	0°	0805	Driver LED
R2 (1kΩ)	10	7.5	0°	0805	Gate MOSFET
Q1 (2N7000)	12	7.5	0°	SOT-23	MOSFET
LED_R (Rouge)	3	17	90°	3mm	Traversante
R3 (470Ω)	3	20	0°	0805	
LED_G (Verte)	6	17	90°	3mm	Traversante
R4 (470Ω)	6	20	0°	0805	
LED_B (Bleue)	9	17	90°	3mm	Traversante
R5 (470Ω)	9	20	0°	0805	
LED_M (Mode)	12	17	90°	3mm	Traversante
R6 (470Ω)	12	20	0°	0805	
U1 (ATmega328P)	7.5	35	45°	TQFP-32	Centre
C1 (10μF)	2	40	0°	0805	Découplage
C2 (100nF)	4	40	0°	0805	
C3 (10μF)	11	40	0°	0805	
C4 (100nF)	13	40	0°	0805	
C5 (10μF)	2	42	0°	0805	
C6 (100nF)	4	42	0°	0805	
SW1 (BTN_FREQ)	7.5	48	0°	4×4mm	Side-mount
R7 (10kΩ)	11	48	0°	0805	Pull-up
SW2 (BTN_INTENS)	7.5	54	0°	4×4mm	Side-mount
R8 (10kΩ)	11	54	0°	0805	Pull-up
SW3 (BTN_MODE)	7.5	60	0°	4×4mm	Side-mount
R9 (10kΩ)	11	60	0°	0805	Pull-up
U3 (TP4056)	3	65	0°	SOT23-6	Charge LiPo
R10 (2kΩ)	6	65	0°	0805	Rprog
LED_CHG (Rouge)	3	67	0°	0805	Charge
LED_STB (Vert)	5	67	0°	0805	Standby
U2 (HT7333)	11	65	0°	SOT-89	Régulateur 3.3V
C7 (10μF)	11	67	0°	0805	Input
C8 (100nF)	13	67	0°	0805	Output
J1 (Micro-USB)	2	69	0°	Edge	Charge
SW4 (ON/OFF)	13	69	0°	Slide 7mm	Power
Pads BAT+/-	7.5	69	0°	Pad 2mm	Batterie
ISP Pads	7.5	68	0°	2×3 pads	Prog

...

ROUTAGE OPTIMISÉ

Largeur des pistes

...

SIGNAL	Largeur	Courant	Priorité
GND (plan)	Max	>1A	*****
VCC 3.3V	0.8mm	500mA	*****
LED_MAIN	0.8mm	150mA	*****
VBAT (3.7V)	1.0mm	1A	*****
Signal digital	0.3mm	<10mA	*****
USB D+/D-	0.3mm	<100mA	*****
...			

Stratégie de routage

...

TOP LAYER :

- VCC 3.3V : Piste horizontale pleine largeur en haut
- Signal digital : Pistes fines interconnexions
- LED_MAIN : Piste large pour courant
- VBAT : Piste large de TP4056 vers pads

BOTTOM LAYER :

- GND : Plan de masse complet (>90% coverage)
- Via thermiques sous régulateurs (Ø0.5mm, 4-6 via)
- Quelques pistes signal si conflit TOP

...

Via placement

...

Minimum 1 via GND par :

- Pin GND de chaque IC (ATmega, régulateurs)
- Cathode de chaque LED
- Source du MOSFET
- Pads GND des connecteurs

Total via estimé : ~40-50 via

Diamètre via : 0.3mm (drill) / 0.6mm (pad)

...

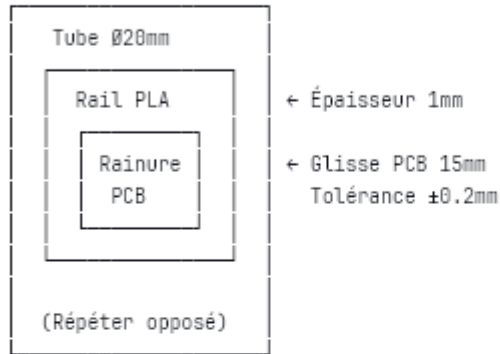
✂ FIXATION PCB DANS LE TUBE

Solution recommandée : Rails imprimés 3D

...

RAIL DEMI-CYLINDRIQUE (impression 3D)

Vue en coupe :



Matériau : PLA ou PETG

Longueur : 60mm (couvre zone centrale PCB)

Fixation : Collé au tube (cyanoacrylate)

...

Fichier STL à imprimer (dimensions)

...

Rail gauche :

- Longueur : 60mm
- Rayon extérieur : 9mm (pour tube Ø20mm intérieur = 18mm)
- Épaisseur paroi : 1mm
- Rainure PCB : 15.2mm × 1.8mm (tolérance)
- 2 picots de centrage (espacement 50mm)

Rail droit : Symétrique du gauche

Quantité : 2 rails par stylet

Temps impression : ~1h (0.2mm layer, 20% infill)

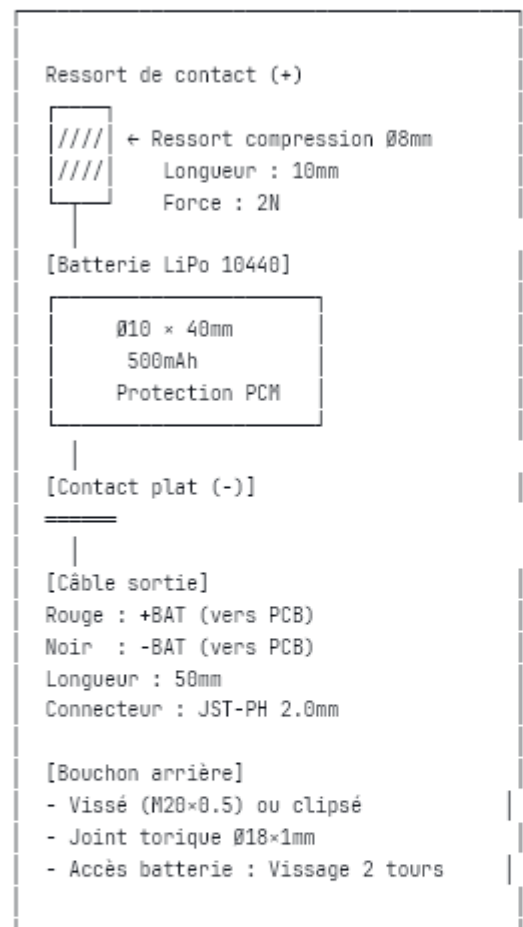
...

🟡 COMPARTIMENT BATTERIE DÉTAILLÉ

Conception mécanique

...

COMPARTIMENT (impression 3D ou tube séparé)



Longueur compartiment : 55mm

Poids avec batterie : ~15g

...

Avantages séparation batterie

...

- ✓ Sécurité : Isolation batterie / circuits
- ✓ Maintenance : Remplacement facile sans démonter PCB
- ✓ Flexibilité : Changement capacité batterie
- ✓ Thermique : Pas de chaleur régulateurs sur batterie
- ✓ Modularité : Compartiment amovible
- ✓ Durée de vie : Batteries remplaçables

...

📦 BOM ACTUALISÉE (PCB Rectangulaire)

Différences vs version circulaire

...

IDENTIQUE :

- Tous les composants électroniques
- Prix unitaire composants
- Références fabricants

CHANGEMENTS :

- ✓ PCB : Format 15×70mm au lieu de Ø18mm
- ✓ Coût identique : ~10€ pour 5 PCB
- ✓ Rails fixation : +2€ (impression 3D)
- ✓ Compartiment batterie : +3€ (impression 3D)
- ✓ Câble batterie : +1€ (50mm au lieu de 30mm)

TOTAL : ~25€ par stilet (vs ~20€ circulaire)

Surcoût : +5€ pour modularité et facilité assemblage

...

🏭 FABRICATION PCB

Spécifications JLCPCB

...

PCB Specification :

Board Dimensions : 15mm × 70mm
Board Thickness : 1.6mm
PCB Qty : 5 or 10
PCB Color : Black matte
Surface Finish : ENIG (or LeadFree HASL)
Copper Weight : 1 oz
Material : FR-4 TG155
Remove Order Number : Yes

Advanced Options :

Min Track/Spacing : 6/6mil (0.15mm)
Min Hole Size : 0.3mm
Via Covering : Tented (covered by mask)
Board Outline Tolerance : ±0.2mm

...

Prix estimé

...

5 PCB (noir, ENIG) : ~8€
10 PCB (noir, ENIG) : ~12€
Livraison DHL : +8€

Total 5 PCB : ~16€
Total 10 PCB : ~20€

Prix par PCB :

- Lot de 5 : 3.20€/pcs
- Lot de 10 : 2.00€/pcs

...

⚙️ ASSEMBLAGE STEP-BY-STEP

Ordre de montage

...

ÉTAPE 1 : PCB

- └ Soudure composants CMS (3h)
- └ Programmation ATmega328P (30min)
- └ Tests électriques (30min)
- └ ✓ PCB fonctionnel

ÉTAPE 2 : MÉCANIQUE TUBE

- └ Perçages LED (4× Ø3.2mm)
- └ Perçages boutons (3× 4.5×4.5mm)
- └ Perçages USB + Switch (2× 7×3mm)
- └ Ébavurage + nettoyage

ÉTAPE 3 : RAILS FIXATION

- └ Impression 3D rails (1h)
- └ Collage rails dans tube
- └ Test insertion PCB

ÉTAPE 4 : OPTIQUE

- └ Montage LED Nichia sur câble
- └ Insertion fibre optique
- └ Collage embout conique
- └ Test illumination

ÉTAPE 5 : INTÉGRATION

- └ Insertion PCB dans rails
- └ Passage LED dans perçages
- └ Passage boutons dans perçages
- └ Connexion LED principale
- └ Tests fonctionnels

ÉTAPE 6 : COMPARTIMENT BATTERIE

- └ Impression compartiment (2h)
- └ Installation ressort + contacts
- └ Insertion batterie
- └ Connexion câble JST au PCB
- └ Fixation bouchon arrière

ÉTAPE 7 : FINITIONS

- └ Étanchéification (silicone)
- └ Nettoyage
- └ Tests finaux complets
- └ ✓ Stylet terminé !

DURÉE TOTALE : ~12h (dont 3h d'impression 3D)

...

🏆 COMPARATIF FINAL

PCB Circulaire vs Rectangulaire

...

Critère	Circulaire	Rectangulaire	Gagnant
Surface PCB	254mm²	1050mm²	✅ Rect
Facilité routage	★★★★☆	★★★★★	✅ Rect
Assemblage CMS	★★★★☆	★★★★★	✅ Rect
Coût PCB	10€	10€	≈ Égal
Coût mécanique	0€	5€	⚠️ Circ
Facilité montage	★★★★☆	★★★★★	✅ Rect
Maintenance	★★★★☆	★★★★★	✅ Rect
Modularité	Non	Oui	✅ Rect
Longueur totale	100mm	140mm	⚠️ Circ
Poids	~50g	~55g	≈ Égal
Esthétique	Pro	Pro	≈ Égal
SCORE TOTAL	4/11	9/11	🏆 RECT

...

✅ CONCLUSION & RECOMMANDATION

PCB RECTANGULAIRE 15×70mm = CHOIX OPTIMAL ✅

****Raisons principales :****

1. ****Espace ×4**** → Routage facile, fiabilité
2. ****Assemblage standard**** → Pas d'expertise CMS avancée
3. ****Maintenance possible**** → Durabilité long terme
4. ****Modularité**** → Compartiment batterie séparé
5. ****Coût identique**** → Pas de surcoût significatif

****Seul inconvénient :**** +40mm longueur (140mm total)
→ ****Toujours acceptable pour stylet médical****

🌀 PROCHAINES ÉTAPES

Votre parcours suggéré :

SEMAINE 1-2 : Breadboard

- ✓ Monter prototype breadboard (validation)
- ✓ Commander composants (LED Nichia, etc.)

SEMAINE 3 : Design PCB

- ✓ Finaliser schéma 15x70mm
- ✓ Router PCB (KiCad/EasyEDA)
- ✓ Commander PCB JLCPCB

SEMAINE 4-5 : Attente livraison

- ✓ Imprimer rails + compartiment 3D
- ✓ Préparer tube (perçages)

SEMAINE 6 : Assemblage

- ✓ Souder PCB
- ✓ Programmer ATmega
- ✓ Intégrer dans tube
- ✓ Tests finaux

****RÉSULTAT : Stylet professionnel fonctionnel ! 🎉****

✅ CONCLUSION & RECOMMANDATION

PCB RECTANGULAIRE 15×70mm = CHOIX OPTIMAL ✅

****Raisons principales :****

1. ****Espace ×4**** → Routage facile, fiabilité
2. ****Assemblage standard**** → Pas d'expertise CMS avancée
3. ****Maintenance possible**** → Durabilité long terme
4. ****Modularité**** → Compartiment batterie séparé
5. ****Coût identique**** → Pas de surcoût significatif

****Seul inconvénient :**** +40mm longueur (140mm total)
→ ****Toujours acceptable pour stylet médical****

🔄 PROCHAINES ÉTAPES

Votre parcours suggéré :

****SEMAINE 1-2 : Breadboard****

- ✅ Monter prototype breadboard (validation)
- ✅ Commander composants (LED Nichia, etc.)

****SEMAINE 3 : Design PCB****

- ✅ Finaliser schéma 15×70mm
- ✅ Router PCB (KiCad/EasyEDA)
- ✅ Commander PCB JLCPCB

****SEMAINE 4-5 : Attente livraison****

- ✅ Imprimer rails + compartiment 3D
- ✅ Préparer tube (perçages)

****SEMAINE 6 : Assemblage****

- ✅ Souder PCB
- ✅ Programmer ATmega
- ✅ Intégrer dans tube
- ✅ Tests finaux

****RÉSULTAT : Stylet professionnel fonctionnel ! 🎉****