

Choix des 3 paires de cannes d'un capteur d'humidité des sols Hymenet

Xavier Chavanne et Jean-Pierre Frangi Fév 2026
Université Paris Cité, Institut de physique du globe de Paris, UMR7154 CNRS,

Un capteur dispose de trois paires de cannes enfoncées verticalement dans le sol. La fig. 1 montre le boîtier du capteur ancré au sol avec une paire de cannes connectée sur une des 3 voies. Chaque paire correspond à une voie de mesure de l'humidité et de la salinité moyennes d'un horizon de sol à une profondeur : voie haute H, intermédiaire I ou basse B. Du fait que les dimensions et la géométrie d'une paire de cannes influencent la mesure des tensions et donc les coefficients de conversion en permittivité, elles sont fixées ou standardisées, en particulier les longueurs qui fixent la profondeur de l'horizon étudié pour chacune. Cependant pour chaque voie il est possible de choisir entre deux variantes ou paires de cannes, 1 et 2, qui permettent deux profondeurs d'horizon différentes. Pour le capteur cela permet un choix parmi 6 configurations standards possibles (Fig 2a, 2b et 2c avec les schémas des cannes et les profondeurs scrutées). Quelques précautions sont à prendre. A chaque paire de canne sur une voie correspond une paire de cavaliers à mettre ou enlever sur la carte (Fig 3) et un jeu de coefficients défini dans l'algorithme de conversion (Tab 1). Le document «relations de conversion» indique l'origine physique des coefficients et celui sur LoRaWAN comment les utilisés (les deux disponibles sur eReca).

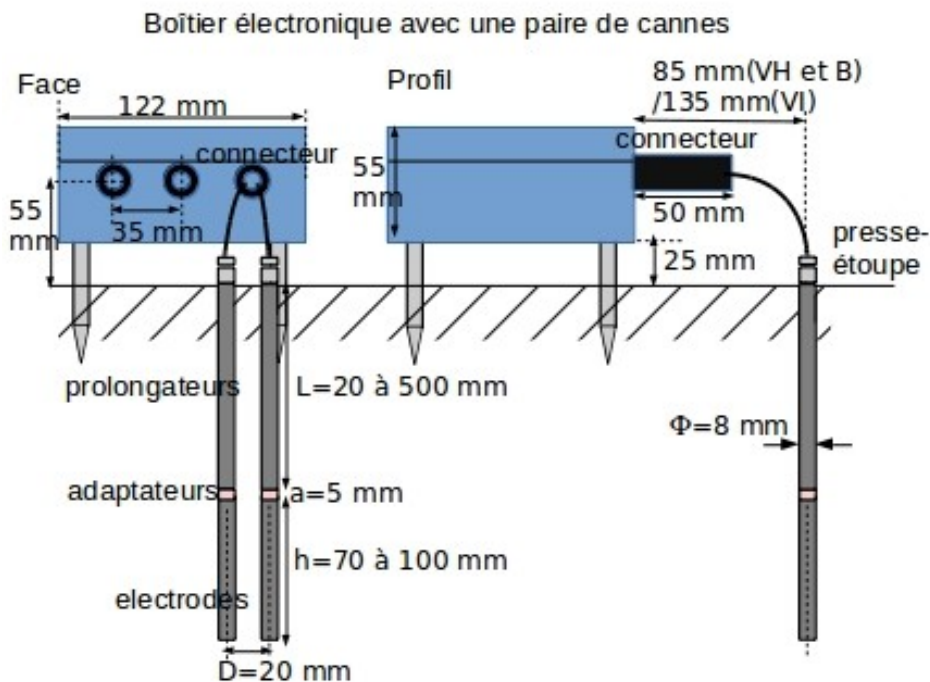


Fig 1 : schémas et cotes de face et de profil du capteur constitué de son boîtier en surface avec ses pieds. Il est montré connecté à une paire de cannes dans le sol (en voie B).

1 capteur = 3 paires de cannes (vu de profil) : H (haut), I (intermédiaire), B (bas)
 1 canne = presse-étoupe + prolongateur(L) + adaptateur + electrode(h)

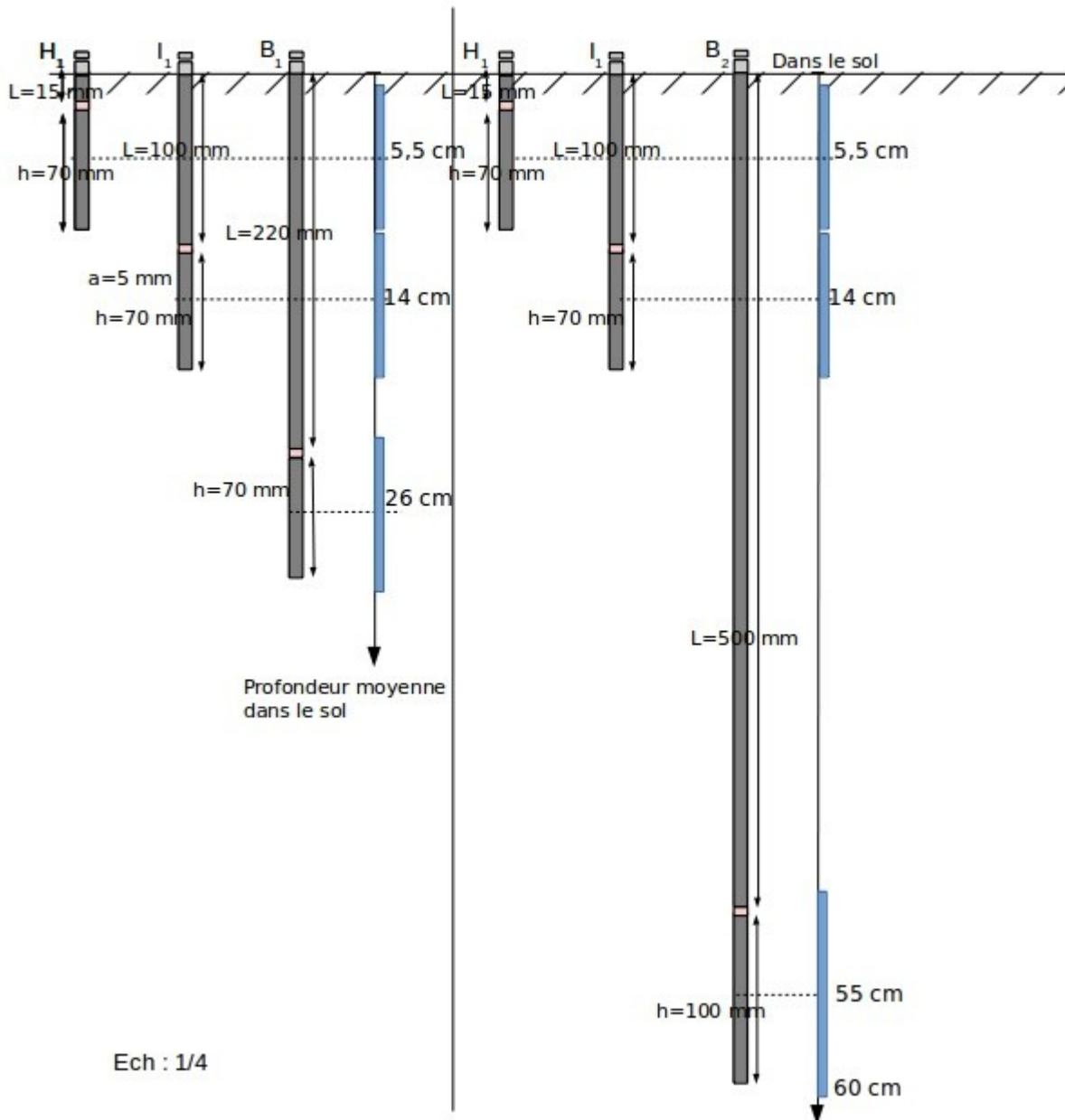


Fig2a : cotes des trois paires de cannes - ou voies, H, I et B - d'un capteur afin d'obtenir un profil vertical dans le sol (vue de côté de chaque paire). Pour chaque voie ou paire de cannes deux variantes sont envisagées, 1 et 2. Sont indiquées les profondeurs et les épaisseurs de sol scrutées pour deux configuration de paires de canne : «shallow» - couvrant les 30 premiers cm de sol – et «shallowdeep» - à la fois les 20 premiers cm de sol et la profondeur maximale pour la sonde.

Les configurations possibles sont :

- «shallow» : pour chaque voie la paire de cannes les plus courtes est prise (Fig 2a, gauche), afin de scruter complètement les 30 premiers cm de sol et d'y estimer les flux. Tous les cavaliers sont mis. Permet de faire un bilan du volume d'eau sur la zone de surface,

- «shallowdeep» : idem que «shallow» sauf la voie B qui a sa paire la plus longue (Fig 2a, droit) ; sa paire de cavaliers est retirée. Les 20 premiers cm de sol sont scrutés, ainsi que l'horizon le plus profond possible.

1 capteur = 3 paires de cannes (vu de profil) : H (haut), I (intermédiaire), B (bas)
 1 canne = presse-étoupe + prolongateur(L) + adaptateur + electrode(h)

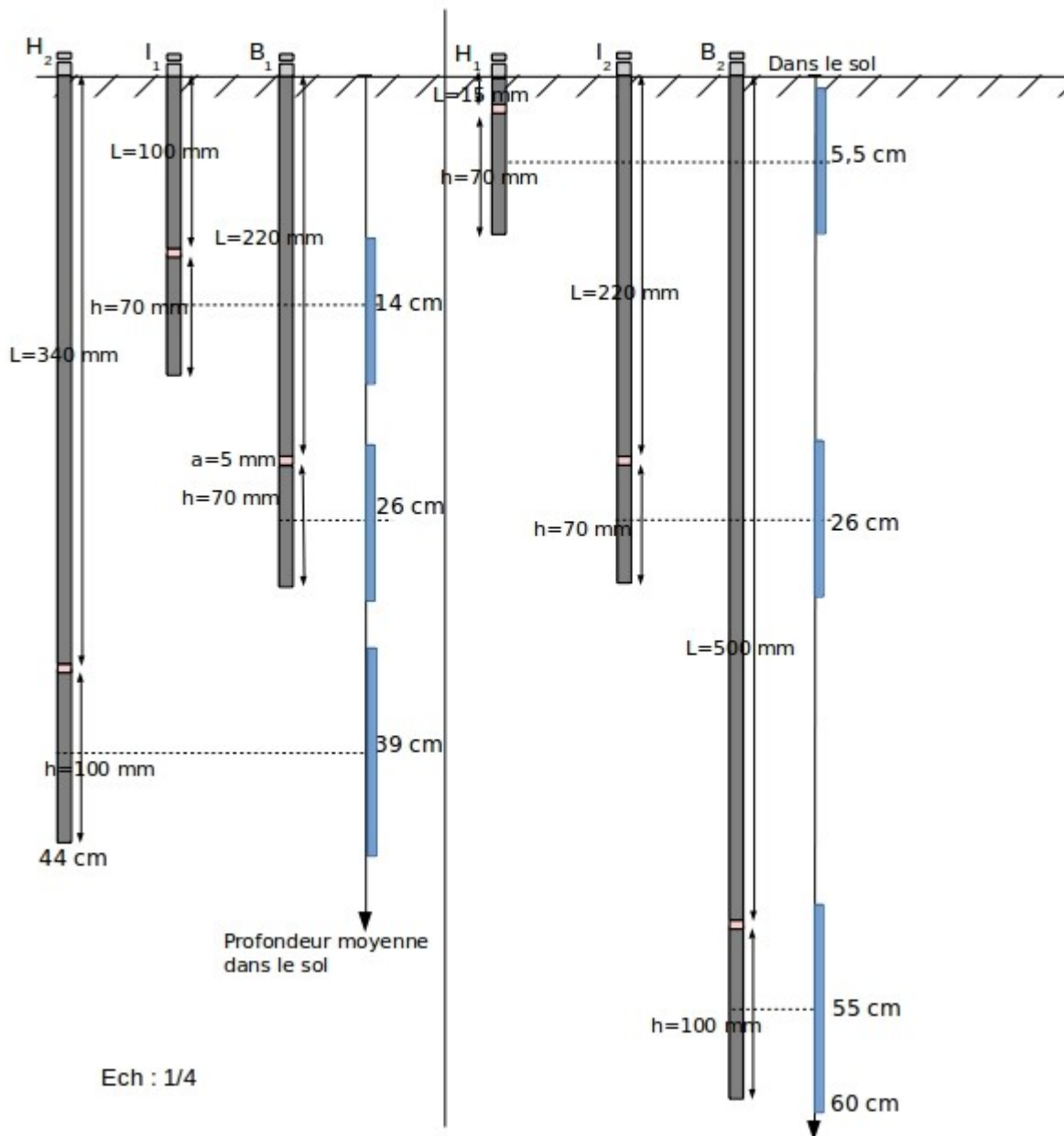


Fig2b : cotes des trois paires de cannes - ou voies - d'un capteur pour deux configurations de paires de cannes : «middle» - entre 10 et 45 cm de sol – et «progressive» - horizons en surface, au milieu et à la profondeur maximale pour la sonde.

- «middle» : idem que «shallow» sauf la voie H qui a sa paire la plus longue (Fig 2b, gauche) ; sa paire de cavaliers est retirée. Une zone milieu de sol entre 10 et 45 cm est scrutée quasi continûment.

- «progressive» : seule la voie H a sa paire la plus courte (Fig 2b, droit), avec la paire de cavaliers mise, les autres enlevées. Les horizons en surface, en profondeur et intermédiaire sont étudiés mais sans continuité.

1 capteur = 3 paires de cannes (vu de profil) : H (haut), I (intermédiaire), B (bas)
 1 canne = presse-étoupe + prolongateur(L) + adaptateur + electrode(h)

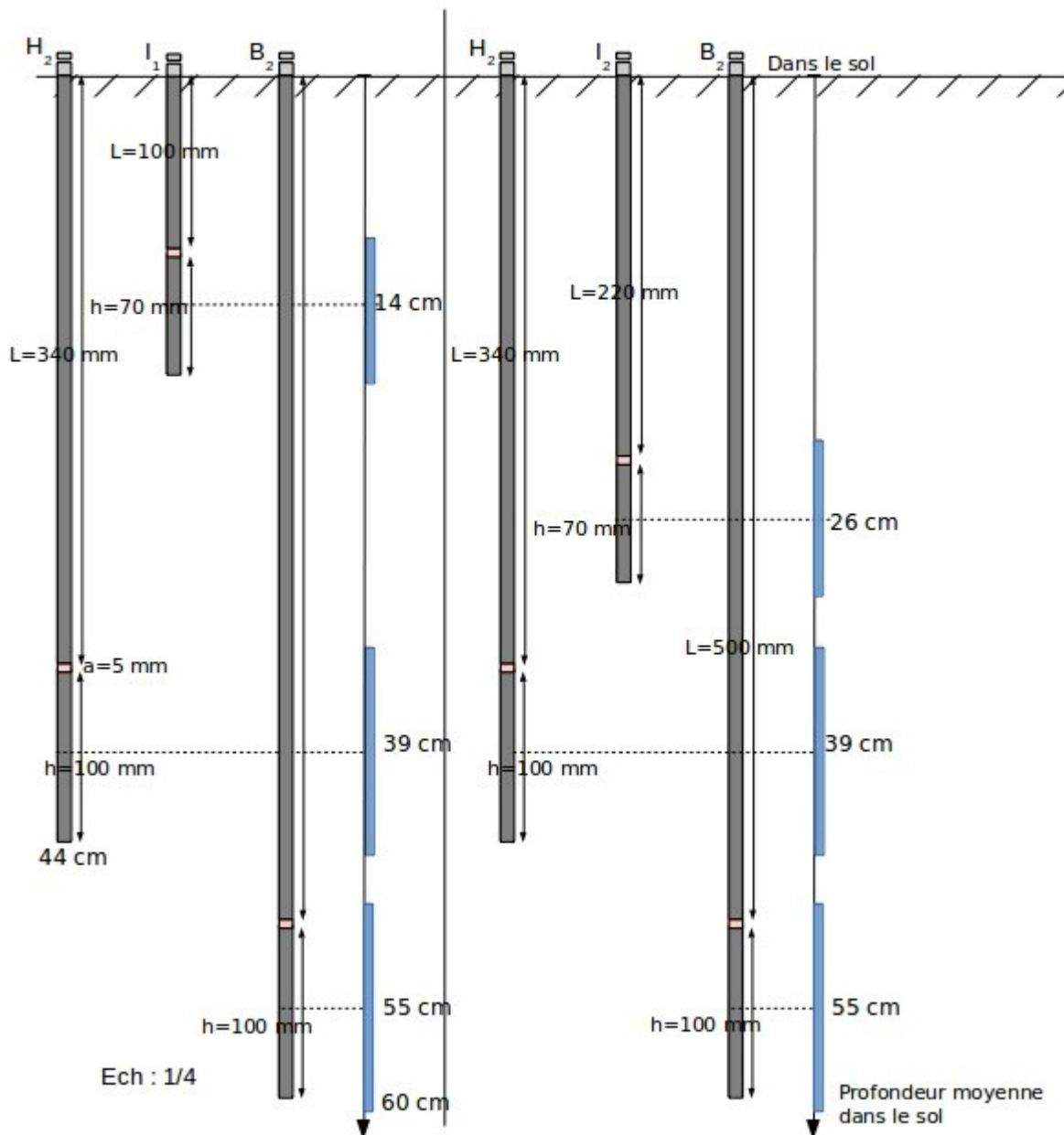


Fig2c : cotes des trois paires de cannes - ou voies - d'un capteur pour deux configurations de paires de cannes : «deepmiddle» - un horizon intermédiaire et deux profonds – et «deep» - suite d'horizons profonds de 20 à 60 cm.

- «deepmiddle» : idem que «middle» sauf la voie B qui a sa paire la plus longue (Fig 2c, gauche) ; sa paire de cavaliers est retirée. Une zone profonde de sol entre 30 et 60 cm est étudiée, ainsi que l'horizon vers 14 cm.

- «deep» : toutes les voies ont leur paire de cannes la plus longue (Fig 2c, droit) et tous les cavaliers sont retirés. Cette configuration permet de faire un bilan du volume d'eau sur la zone profonde entre 20 et 60 cm et d'y estimer les flux.

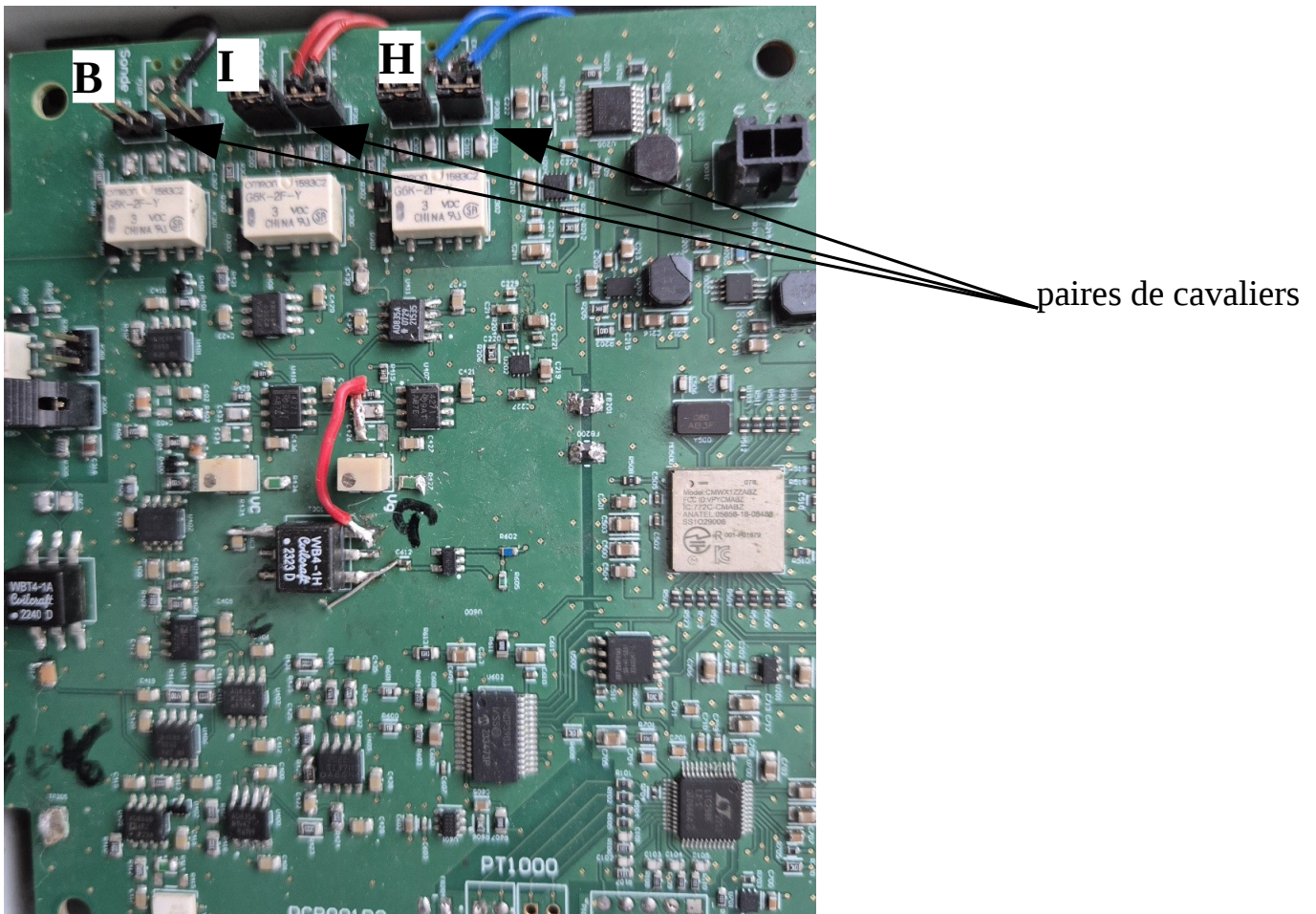


Fig3 : emplacement des 3 paires de cavaliers, une pour chaque voie B, I ou H. La configuration «shallowdeepmiddle» a été choisie sur l'exemple.

Tab 1. Tableau des coefficients à prendre dans les relations de conversion suivant la paire de cannes (voir les documents «relations de conversion» et «GestionLoRa»).

voie/coef	G_{eq}	$C_{eq} \omega / C_{eq}$	$C_p \omega / C_p$	$L'_S \omega$	r_s	g	$g \epsilon_0$
RC	8,05	5,51/36,8	0,208/1,4	0	0	-	-
H_1	7,9	5,85/39	0,40/2,67	$-6 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	16,8	1,49
H_2	9,4	7,05/47	0,725/4,8	$6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	22,6	2,00
I_1	8,0	5,85/39	0,51/3,4	$-1,2 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	16,8	1,49
I_2	8,76	6,4/42,7	0,61/4,07	$-9 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$	16,8	1,49
B_1	8,3	6,2/41	0,62/4,1	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	16,8	1,49
B_2	10,3	7,45/50	0,85/5,67	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$49 \cdot 10^{-3}$	22,6	2,00