



LIM SAS

86 rue de la Poudrette F-69100 Villeurbanne
Tel: +33 (0)4 72 14 68 30 Fax: +33 (0)4 72 37 72 76
<http://www.lim.eu>

Armoire pressiométrique automatisée

Documentation utilisateur

Date	Auteur	Description
09/12/2016	Mathieu Cheynet	Version initiale
02/08/2017	Mathieu Cheynet	MAJ plans de câblage

Historique de révision

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	<i>Création : 09/12/2016</i>	<i>Page 1</i>
	<i>Documentation utilisateur</i>	<i>Mise à jour : 09/10/2017</i>	<i>De 42</i>
		<i>Auteur : Mathieu Cheynet</i>	
		<i>Catégorie : Public</i>	<i>Statut : BPE</i>

Table des matières

1	Introduction.....	4
2	Caractéristiques techniques.....	4
3	Description générale	5
	3.1.1 Vue d'ensemble	5
	3.1.2 Version avec écran intégré	5
	3.1.3 Version sans écran accompagnée d'un PocketLIM	6
	3.1.4 Nomenclature	7
	3.1.5 Alimentation.....	7
	3.2 Choix de l'application.....	8
	3.3 Menu principal	9
	3.4 Menu Boîte à outils.....	11
	3.4.1 Installation	12
	3.4.2 Menu pression	13
	3.4.3 Menu volume	14
	3.5 Menu essai.....	16
	3.5.1 Paramétrage d'un essai de calibrage.....	17
	3.5.2 Paramétrage d'un essai d'inertie.....	20
	3.5.3 Paramétrage d'un essai terrain	21
	3.6 Menu mesure	24
	3.7 Menu maintenance	27
	3.8 Menu de pilotage des électrovannes	28
	3.9 Menu Régulation manuelle	30
	3.10 Menu Diagnostic	31
4	Mise en pratique	33
	4.1 Préparation du matériel.....	33
	4.1.1 Remplissage de la colonne d'eau	33
	4.1.2 Purge de la sonde.....	34
	4.1.3 Pré-dilatation de la sonde	35
	4.1.4 Mise à zéro du volume	35
	4.1.5 Mise à zéro des capteurs pression.....	35
	4.2 Essai de calibrage (dilatation propre de l'appareillage)	36
	4.3 Essai d'inertie (résistance propre de la sonde).....	37
	4.4 Essai terrain.....	38
	4.5 Sécurités programmées.....	39

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 2
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

4.5.1	Vérifications continues	39
4.5.2	Vérifications au lancement d'un essai	39
4.5.3	Vérifications en cours d'essai	39
5	Annexes	40
5.1	Annexe A : Schéma hydro-pneumatique	40
5.2	Annexe B : Plan de câblage en version écran intégré	41
5.3	Annexe C : Plan de câblage en version sans écran	42

Index des illustrations

Figure 1	: Choix de l'application	8
Figure 2	: Menu principal	9
Figure 3	: Visualisation des valeurs du dernier essai	10
Figure 4	: Visualisation de la courbe du dernier essai	11
Figure 5	: Menu boîte à outils	11
Figure 6	: Menu installation.....	12
Figure 7	: Menu de remise à zéro des capteurs pression.....	13
Figure 8	: Confirmation de remise à zéro d'un capteur pression	13
Figure 9	: Menu installation du capteur de volume.....	14
Figure 10	: Confirmation de la remise à zéro du capteur de volume	15
Figure 11	: Menu de choix du type d'essai (références non sélectionnées).....	16
Figure 12	: Menu de choix du type d'essai (références sélectionnées)	17
Figure 13	: Menu de paramétrage d'un essai de calibrage.....	18
Figure 14	: Menu de paramétrage d'un essai de calibrage (suite).....	19
Figure 15	: Menu de paramétrage d'un essai d'inertie.....	20
Figure 16	: Menu de paramétrage d'un essai terrain.....	21
Figure 17	: Menu de paramétrage d'un essai terrain (suite).....	22
Figure 18	: Menu de configuration du forage	23
Figure 19	: Menu mesure avant le lancement d'un essai	24
Figure 20	: Menu mesure pendant un essai.....	26
Figure 21	: Menu de choix du ΔP	26
Figure 22	: Confirmation de l'arrêt manuel de l'essai.....	27
Figure 23	: Menu maintenance	28
Figure 24	: Menu de pilotage des EVs	28
Figure 25	: Confirmation de l'ouverture d'une électrovanne	29
Figure 26	: Accès au lancement du diagnostic.....	29
Figure 27	: Menu de régulation manuelle.....	30
Figure 28	: Menu de régulation manuelle (en cours).....	31
Figure 29	: Déroulement du diagnostic	31
Figure 30	: Résultats du diagnostic.....	32

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	<i>Création : 09/12/2016</i>	Page 3
	<i>Documentation utilisateur</i>	<i>Mise à jour : 09/10/2017</i>	De 42
		<i>Auteur : Mathieu Cheynet</i>	
		<i>Catégorie : Public</i>	<i>Statut : BPE</i>
<small>Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.</small>			

1 INTRODUCTION

Le PressioLIM automatique est un appareil destiné au domaine de la géotechnique. Sa principale fonction est la réalisation d'essai pressiométrique de type Ménard selon la norme NF EN ISO 22476-4.

Ce produit, évolution du PressioLIM en version manuel, propose un déroulement automatisé des essais pressiométriques en permettant une gestion autonome et intelligente de la régulation des différentes variables d'essai (pressions et volume). Le pilotage par l'opérateur se voit ainsi simplifié, l'enregistrement et la fiabilité des résultats renforcés.

Afin d'apporter une solution complète, l'appareil PressioLIM automatique, peut être utilisé comme enregistreur de paramètres de forage, grâce à l'activation de l'option correspondante. Couplé avec une utilisation du logiciel Geolog 4, pour le dépouillement des données, l'ensemble présente ainsi une adaptabilité, une commodité et un gain de temps non négligeable, sur tout type de chantier géotechnique.

2 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Grace aux différents capteurs et distributeurs dont il est équipé, le PressioLIM automatique permet la mesure, l'affichage, l'enregistrement et la régulation des paramètres normés suivant :

- Pression PR : pression du liquide dans la cellule centrale de la sonde,
- Pression PG : pression de gaz dans les cellules de garde de la sonde,
- Volume de liquide injecté dans cellule centrale de la sonde.

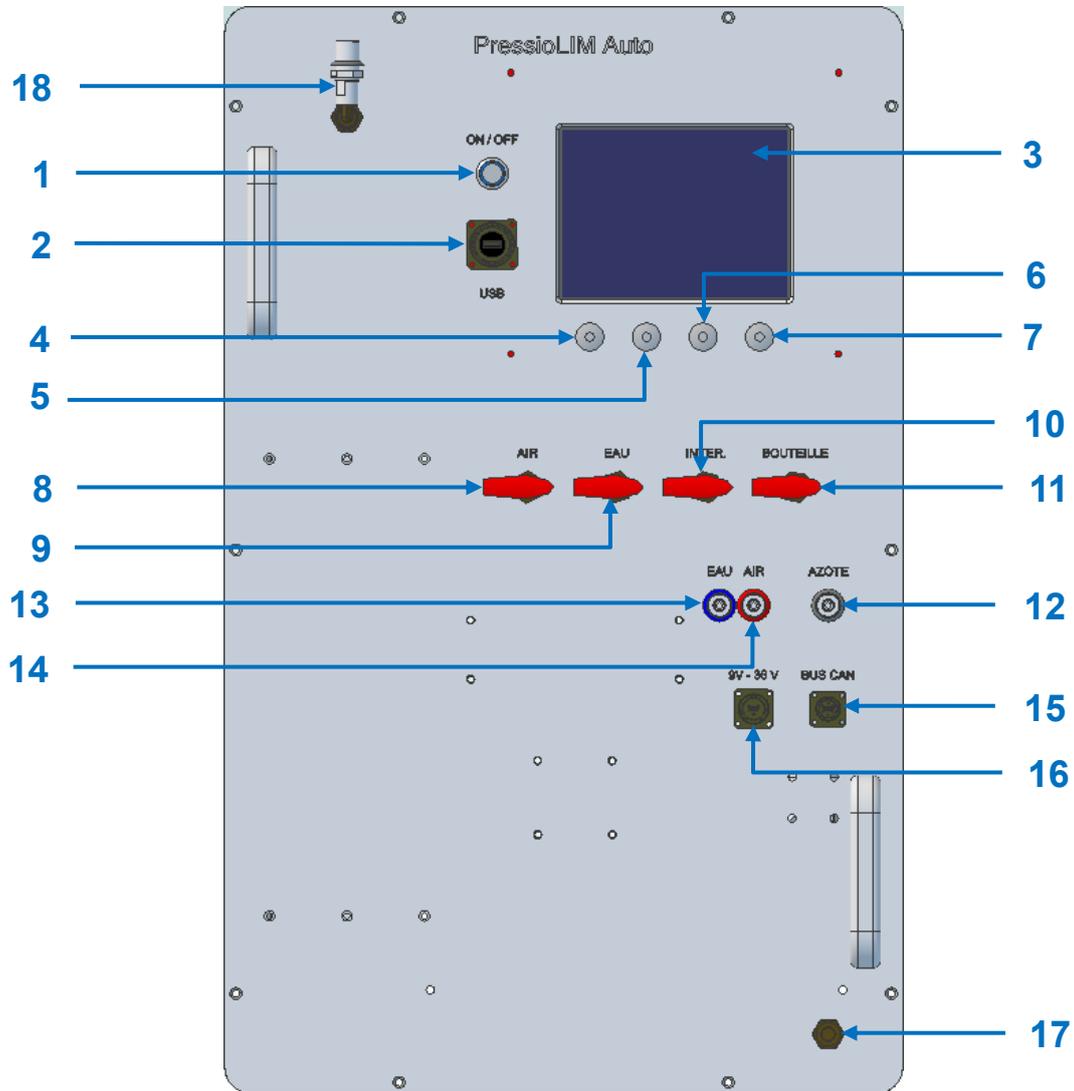
Le PressioLIM automatique est conçu pour la réalisation d'essais jusqu'à des pression de 100 bar. Il est compatible avec des sondes de type G ou E, pour des volumes jusqu'à 700 cm³.

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	<i>Création : 09/12/2016</i>	<i>Page 4</i>
	<i>Documentation utilisateur</i>	<i>Mise à jour : 09/10/2017</i>	<i>De 42</i>
		<i>Auteur : Mathieu Cheynet</i>	
		<i>Catégorie : Public</i>	<i>Statut : BPE</i>

3 DESCRIPTION GENERALE

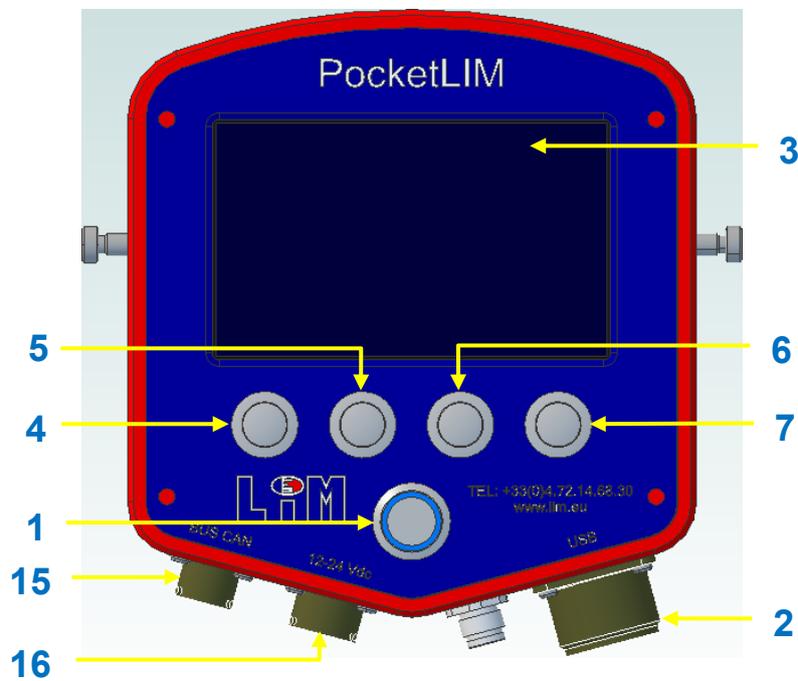
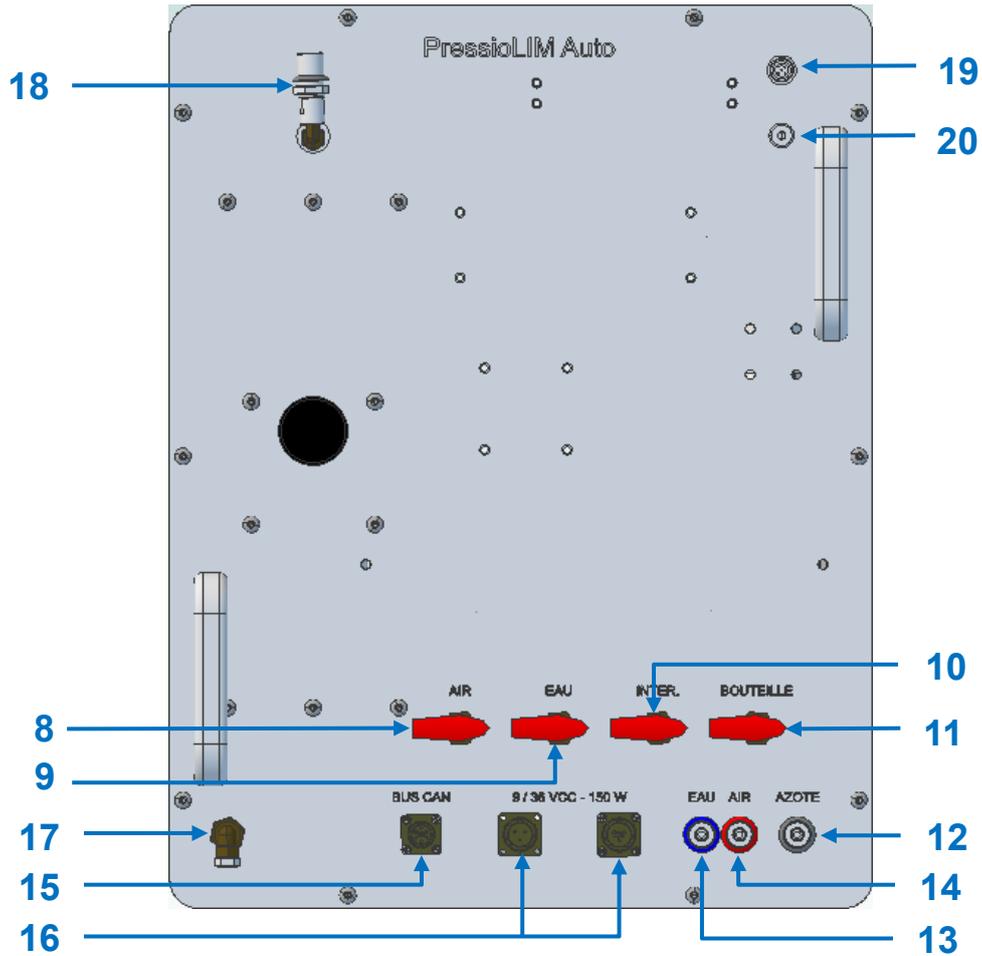
3.1.1 VUE D'ENSEMBLE

3.1.2 Version avec écran intégré



	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 5
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

3.1.3 Version sans écran accompagnée d'un PocketLIM



	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 6
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

3.1.4 Nomenclature

Repère	Désignation
1	Bouton ON / OFF
2	Embase USB
3	Ecran
4	Bouton poussoir BP1
5	Bouton poussoir BP2
6	Bouton poussoir BP3
7	Bouton poussoir BP4
8	Vanne de purge manuelle du circuit d'air
9	Vanne de purge manuelle du circuit d'eau
10	Vanne de purge manuelle de la chambre intermédiaire
11	Vanne de purge manuelle du détendeur bouteille
12	Entrée d'alimentation en azote
13	Sortie vers la cellule centrale de la sonde
14	Sortie vers les cellules de garde de la sonde
15	Embases bus CAN
16	Embases alimentation
17	Sortie des circuits de purge
18	Entrée de remplissage de la colonne d'eau

3.1.5 Alimentation

Le PressioLIM automatique accepte une alimentation en 9-36V continu, ce qui permet une adaptation sur tous les types de batteries courantes. Le branchement est réalisé via l'embase d'alimentation 3 points mâle présente sur l'appareil.

La puissance requise pour un bon fonctionnement est de 125 Watts.

Dans la version avec PocketLIM, il est nécessaire de dupliquer l'alimentation pour permettre le fonctionnement des deux appareils, la communication se fait via le bus CAN par l'intermédiaire de l'embase 6 points mâle présente en façade.

Un appui simple sur le bouton ON / OFF permet la mise sous tension ou l'extinction de l'appareil.

Dans la suite du document, les écrans représentent soit celui de l'armoire si elle en est équipée, soit celui du PocketLIM qui l'accompagne.

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	Création : 09/12/2016	Page 7
	<i>Documentation utilisateur</i>	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE

3.2 CHOIX DE L'APPLICATION

Dans le cas d'une installation combinée des applications « Forage » et « Essai pressiométrique Ménard automatique », cet écran permet de choisir celle que l'on souhaite utiliser.

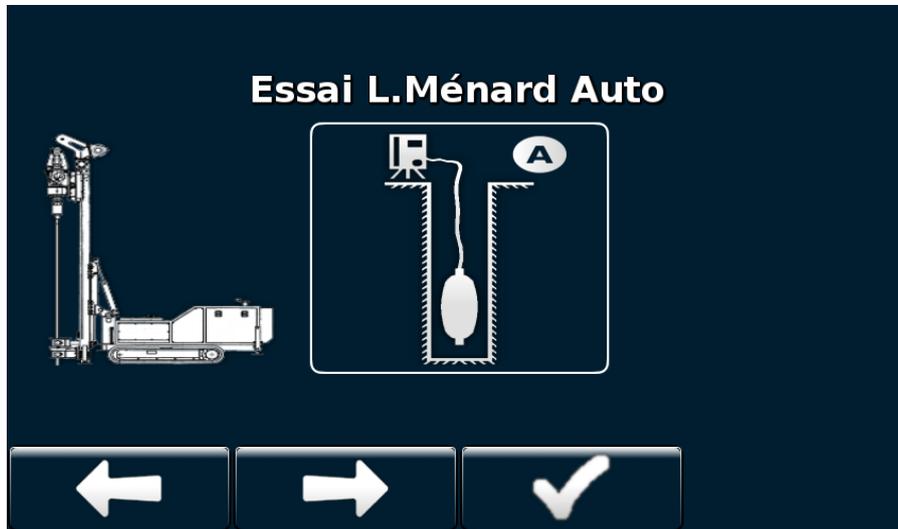


Figure 1 : Choix de l'application

- BP1 : Déplacement de la liste d'icônes vers la gauche
- BP2 : Déplacement de la liste d'icônes vers la droite
- BP3 : Validation de l'application sélectionnée
- BP4 : Aucune action

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 8
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

3.3 MENU PRINCIPAL

Le menu principal correspond à un écran de visualisation en temps réel des différents paramètres utiles au déroulement d'un essai pressiométrique :

- PR : pression dans la cellule centrale de la sonde,
- PG : pression dans les cellules de garde de la sonde,
- Pdi : pression différentielle calculée, $Pdi = PG - PR$,
- P bouteille : pression de la bouteille d'alimentation en azote,
- Volume : volume d'eau injecté dans la sonde,
- Fluage : calcul du fluage sur le dernier palier effectué,
- N° de palier
- Type d'essai et profondeur : cote de l'essai en cours
- Barre de progression représentant le niveau d'eau réel dans la colonne.



Figure 2 : Menu principal

- BP1 : Accès au menu *Boîte à outils*
- BP2 : Démarrage d'un essai
- BP3 : Accès à l'application *Forage*
- BP4 : Accès au menu *Maintenance*

On y retrouve également le bandeau supérieur de diagnostic commun aux appareils LIM 5G.



	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 9
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

Ce bandeau renseigne l'opérateur sur l'état du GPS, l'état du GSM, la présence d'une clé USB, la taille restante dans l'appareil, le nombre de carte CAN présente sur le BUS et l'heure. Elle donne aussi le nom du forage en cours. Cette barre est aussi un bouton qui permet, lorsque plusieurs applications sont installées, de revenir au menu précédent (choix de l'application).

Dans le menu principal, un appui sur le tableau central active la visualisation du dernier essai enregistré. On pourra alors basculer entre les modes d'affichage « info. », « tableau » et « courbe ».

Palier	Pr	V1	V15	V30	V60	Flu.	Δ60
1	0.92625	-4	25	52	92	40	92
2	1.96125	107	133	157	181	24	89
3	2.95625	186	187	186	186	0	5
4	6.69125	184	189	189	189	0	3
5	10.3775	185	190	190	191	1	2
6	14.0262	187	193	193	193	0	2
7	17.795	191	196	195	196	1	3
8	21.4263	192	196	197	197	0	1
9	25.1537	193	198	198	199	1	2

↑
↓
menu
🏃

Figure 3 : Visualisation des valeurs du dernier essai

- BP1 : Navigation dans le tableau de valeurs
- BP2 : Navigation dans le tableau de valeurs
- BP3 : Choix du mode d'affichage
- BP4 : Retour à l'écran principal



Figure 4 : Visualisation de la courbe du dernier essai

- BP1 : Navigation
- BP2 : Navigation
- BP3 : Choix du mode d'affichage
- BP4 : Retour à l'écran principal

3.4 MENU BOITE A OUTILS

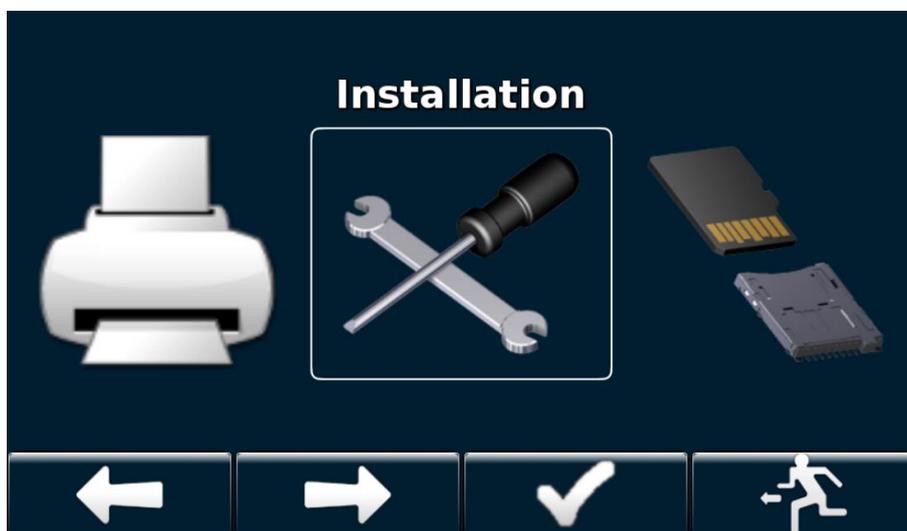


Figure 5 : Menu boîte à outils

Ce menu est détaillé dans le guide général d'utilisation du PocketLIM 5G.

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 11
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

3.4.1 Installation

Le menu *Installation* permet d'effectuer les mises à zéro des différents capteurs de l'appareil. Il est ici possible de choisir entre les capteurs de pression et le capteur de volume.

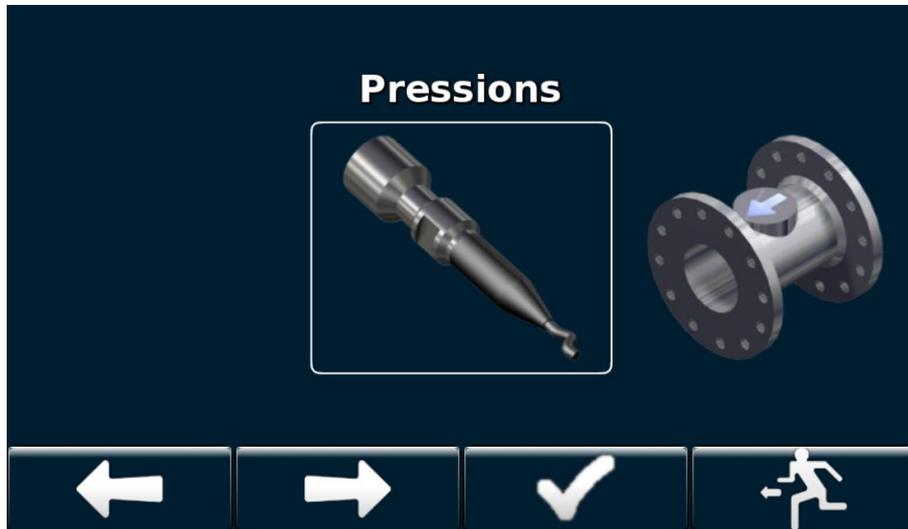


Figure 6 : Menu installation

- BP1 : Déplacement de la liste d'icônes vers la gauche
- BP2 : Déplacement de la liste d'icônes vers la droite
- BP3 : Validation de l'application sélectionnée
- BP4 : Aucune action

3.4.2 Menu pression

Le menu *Pression* permet la visualisation en temps réel des valeurs des différents capteurs (PR, PG, Pression bouteille et Pression dans la chambre intermédiaire).

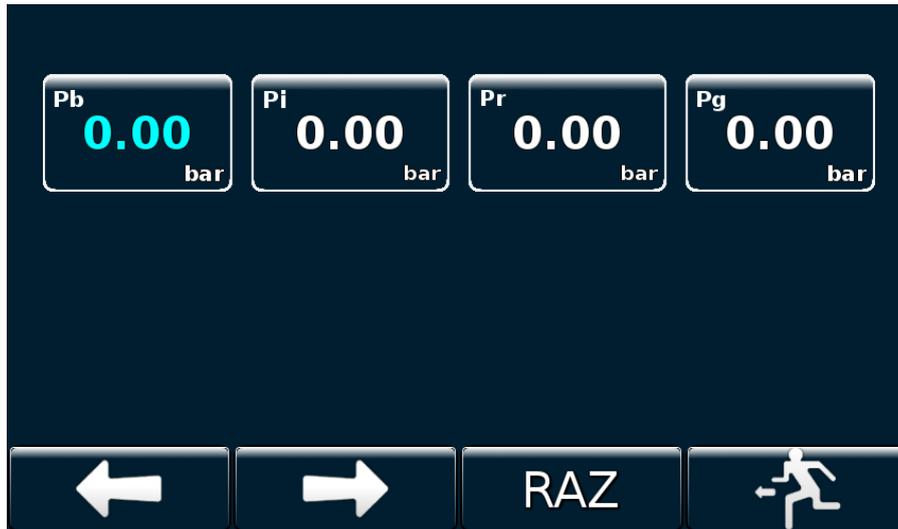


Figure 7 : Menu de remise à zéro des capteurs pression

- BP1 : Déplacement de la sélection vers la gauche
- BP2 : Déplacement de la sélection vers la droite
- BP3 : Demande de mise à zéro du capteur sélectionné
- BP4 : Retour au menu précédent

Le capteur sélectionné apparaît en rouge, un appui sur une fenêtre « capteur » permet directement sa sélection. Suite à une demande de mise à zéro, une confirmation est nécessaire par appui sur l'écran.



Figure 8 : Confirmation de remise à zéro d'un capteur pression

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 13
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

3.4.3 Menu volume

Le menu *Volume* permet la visualisation des données suivantes :

- Volume corrigé : Volume corrigé de l'offset site à une mise à zéro, il correspond ensuite au volume injecté dans la sonde,
- Volume brut : volume mesuré par le capteur sans traitement particulier,
- Offset : Offset appliqué après une mise à zéro,
- Tension à 650 cm³ : Tension de réglage du capteur,
- Tension à 100 cm³ : Tension de réglage du capteur,
- Tension mesurée : Tension correspondant à la position actuelle du capteur.



Figure 9 : Menu installation du capteur de volume

- BP1 : Aucune action
- BP2 : Aucune action
- BP3 : Demande de mise à zéro du capteur
- BP4 : Retour au menu précédent

Suite à une demande de mise à zéro, une confirmation est nécessaire par appui sur l'écran.



Figure 10 : Confirmation de la remise à zéro du capteur de volume

Le volume corrigé est alors remis à zéro.

3.5 MENU ESSAI

Le menu *Essai* permet dans un premier temps la sélection du type d'essai à réaliser.

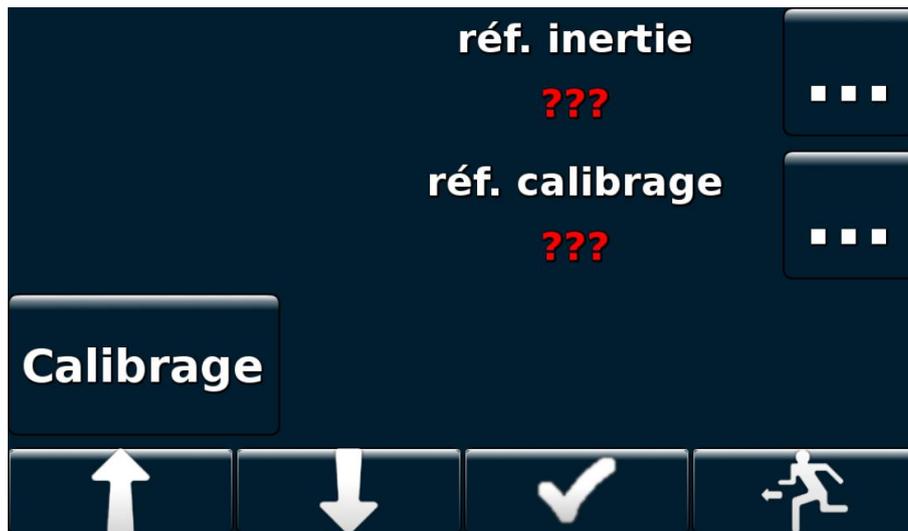


Figure 11 : Menu de choix du type d'essai (références non sélectionnées)

- BP1 : Déplacement de la sélection
- BP2 : Déplacement de la sélection
- BP3 : Validation de la sélection
- BP4 : Retour au menu principal

Définitions :

Calibrage : Etalonnage de la dilatation propre de l'appareillage (Norme NF EN ISO 22476-4 B.4.2)

Inertie : Etalonnage de la résistance propre de la sonde (Norme NF EN ISO 22476-4 B.4.3)

Terrain : Essai pressiométrique défini par la Norme NF EN ISO 22476-4 (paragraphe 5)

Pour pouvoir avoir accès à l'essai de terrain, il faut impérativement avoir associé un essai d'inertie et un essai de calibrage. Cette contrainte au niveau de l'appareil permet une ressortie automatique des données sur le logiciel GEOLOG4.

Si on souhaite changer d'inertie et/ou de calibrage, il suffit d'appuyer sur la case "...". Par défaut l'appareil associe automatiquement le dernier essai de calibrage et d'inertie réalisé.

Vous pouvez utiliser une règle de dénomination des essais de calibrage et d'inertie pour les retrouver plus facilement dans la liste.

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	<i>Création : 09/12/2016</i>	<i>Page 16</i>
	<i>Documentation utilisateur</i>	<i>Mise à jour : 09/10/2017</i>	<i>De 42</i>
		<i>Auteur : Mathieu Cheynet</i>	
		<i>Catégorie : Public</i>	<i>Statut : BPE</i>



Figure 12 : Menu de choix du type d'essai (références sélectionnées)

Les menus accessibles par la suite servent à paramétrer les essais à réaliser.

3.5.1 Paramétrage d'un essai de calibrage

Pour un essai de calibrage il faut renseigner les paramètres de la sonde utilisée :

- Type de gaine,
- Type de sonde,
- Diamètre interne du tube de calibrage,
- Diamètre externe de la sonde,
- Longueur de la cellule centrale.

Sont également à remplir, les renseignements suivants :

- Nom du calibrage,
- Dossier,
- Référence du CPV,
- Nom de l'opérateur.

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 17
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			



Figure 13 : Menu de paramétrage d'un essai de calibrage

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Réglage du paramètre sélectionné
- BP4 : Validation du menu et passage au menu *Mesure*

Voici les paramètres à renseigner pour les 3 types de sondes les plus connus (annexe A.1 de la norme pressiométrique EN ISO 22476-4) :

- Sonde à gaine souple
 - Type de gaine : caoutchouc ou toile
 - Type de sonde : G
 - Diamètre interne du tube de calibrage : 66 mm
 - Diamètre externe de la sonde : 60 mm
 - Longueur de la cellule centrale : 210 mm

- Sonde avec tube fendu "courte"
 - Type de gaine : Tube fendu
 - Type de sonde : G
 - Diamètre interne du tube de calibrage : 66 mm
 - Diamètre externe de la sonde : 63 mm
 - Longueur de la cellule centrale : 210 mm

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 18
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

- Sonde avec tube fendu "longue"
 - Type de gaine : Tube fendu
 - Type de sonde : G
 - Diamètre interne du tube de calibrage : 66 mm
 - Diamètre externe de la sonde : 63 mm
 - Longueur de la cellule centrale : 370 mm

Les derniers paramètres permettent de régler le déroulement de l'essai :

- Activation ou non du déroulement automatique,
- Enregistrement ou non du palier initial à 0 bar,
- Volume limite de la sonde : volume maximum de liquide que peut contenir la cellule centrale la sonde (paramètre de sécurité pour éviter l'éclatement),
- Pression limite de la sonde : pression maximale que peut supporter la sonde (paramètre de sécurité pour éviter l'éclatement),
- Pression finale : pression finale de l'essai de calibrage,
- Pdi purge surface : pression différentielle que l'on souhaite garder à la surface pendant la purge.



Figure 14 : Menu de paramétrage d'un essai de calibrage (suite)

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Réglage du paramètre sélectionné
- BP4 : Validation du menu et passage au menu *Mesure*

Les paramètres dits « limite » entraînent une purge directe du système tandis que ceux dits « finaux » déclenche la purge après enregistrement du palier en cours.

3.5.2 Paramétrage d'un essai d'inertie

Pour un essai d'inertie, en complément des paramètres de renseignement généraux, il est possible de choisir l'activation du mode de déroulement automatique et l'enregistrement du palier à 0 bar. Le volume et la pression limite de la sonde sont également à régler et seront des paramètres de sécurité pour prévenir d'un éclatement de sonde.

Le volume final est renseigné et correspondra au volume de clôture de l'essai. Enfin la pression différentielle de purge est à régler.



Figure 15 : Menu de paramétrage d'un essai d'inertie

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Réglage du paramètre sélectionné
- BP4 : Validation du menu et passage au menu *Mesure*

Les paramètres dits « limite » entraînent une purge directe du système tandis que ceux dits « finaux » déclenche la purge après enregistrement du palier en cours.

3.5.3 Paramétrage d'un essai terrain

Pour les essais terrain, il est nécessaire d'entrer des données sur le mode de réalisation du forage contrôlé :

- Type de foreuse,
- Méthode de forage,
- Diamètre d'outil,
- Fluide de forage.



Figure 16 : Menu de paramétrage d'un essai terrain

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Réglage du paramètre sélectionné
- BP4 : Validation du menu et passage au menu *Configuration du forage*

Les paramètres suivants sont communs :

- Enregistrement ou non du palier à 0 bar,
- Volume limite de la sonde : volume maximum de liquide que peut contenir la cellule centrale la sonde (paramètre de sécurité pour éviter l'éclatement),
- Pression limite de la sonde : pression maximale que peut supporter la sonde (paramètre de sécurité pour éviter l'éclatement),
- Pression finale : pression finale de l'essai terrain,
- Volume final : volume final de l'essai terrain,
- Pression différentielle de purge : pression différentielle que l'on souhaite garder entre les cellules centrale et de garde pendant la purge.

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	Création : 09/12/2016	Page 21
	<i>Documentation utilisateur</i>	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE

Les paramètres dits « limite » entraînent une purge directe du système tandis que ceux dits « finaux » déclenche la purge après enregistrement du palier en cours.

En mode automatique, s'ajoute un paramètre supplémentaire (Fluage minimum) correspondant au pilotage des modifications des pas de pressions entre les paliers. En effet si le fluage est inférieur à cette valeur sur 3 paliers successifs (de même ΔP), alors le pas de pression passe à la valeur suivante dans la liste (valeur de la liste : 0,25/0,5/1/2/4/5 bars)

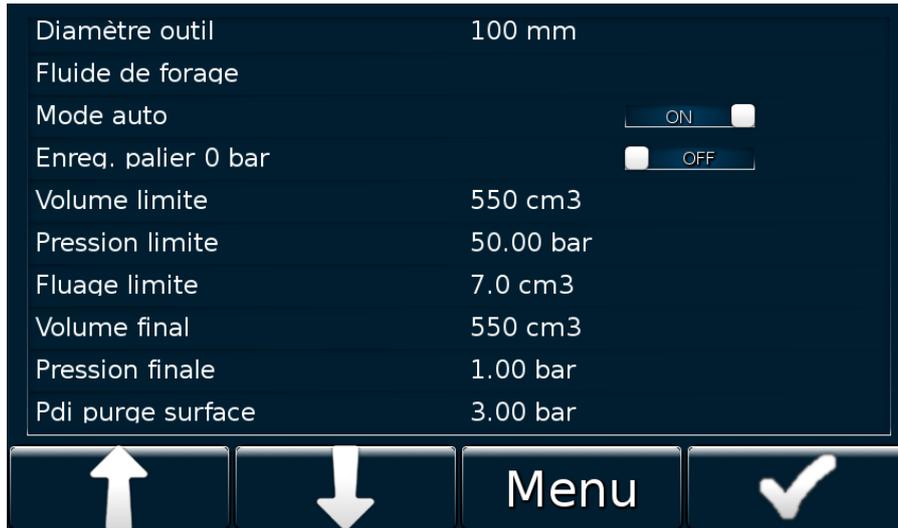


Figure 17 : Menu de paramétrage d'un essai terrain (suite)

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Réglage du paramètre sélectionné
- BP4 : Validation du menu et passage au menu *Configuration du forage*

Ensuite, un graphique aide à remplir les différents champs concernant la configuration du forage. Les cases à cocher servent à activer ou désactiver la prise en compte des paramètres.

- Hauteur du CPV : Hauteur verticale du CPV entre le bas de l'armoire et l'embouchure du forage ou niveau du sol,
- Niveau nappe : Côte de l'eau dans le trou de forage relative, à l'embouchure et l'axe du forage,
- Base du tubage : Côte de fin du tubage dans le forage, relative à l'embouchure et l'axe du forage,
- Cote de l'essai : Côte du milieu de la sonde, relative à l'embouchure et l'axe du forage ou niveau du sol,
- Début de passe : Côte de début de la passe de forage avant l'essai, relative à l'embouchure et l'axe du forage ou niveau du sol,
- Fin passe : Côte de fin de la passe de forage avant l'essai, relative à l'embouchure et l'axe du forage ou niveau du sol.

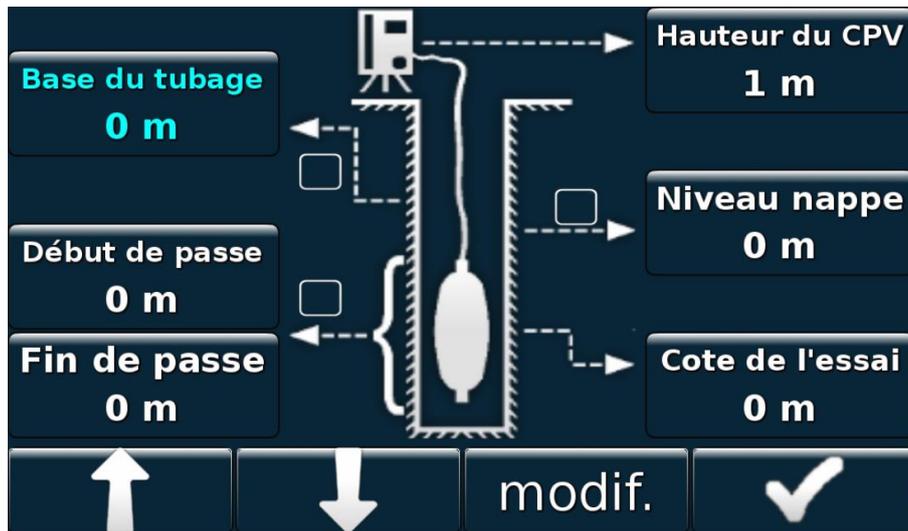


Figure 18 : Menu de configuration du forage

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Réglage du paramètre sélectionné
- BP4 : Validation du menu et passage au menu *Mesure*

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 23
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

3.6 MENU MESURE

Le menu *Mesure* est celui dans lequel l'utilisateur peut suivre le déroulement des essais. Il est semblable au menu principal au niveau de l'affichage des différentes données relatives aux pressions et volume.

On y retrouve ainsi en temps réel les valeurs suivantes :

- PR : pression dans la cellule centrale de la sonde,
- PG : pression dans les cellules de garde de la sonde,
- Pdi : pression différentielle calculée, $Pdi = PG - PR$,
- P bouteille : pression de la bouteille d'alimentation en azote,
- Volume : volume d'eau injecté dans la sonde,
- Fluage : calcul du fluage sur le dernier palier effectué,
- N° de palier,
- Type d'essai et profondeur : côte de l'essai en cours,
- Barre de progression représentant le niveau d'eau dans la colonne.



Figure 19 : Menu mesure avant le lancement d'un essai

- BP1 : Clôture de l'essai
- BP2 : Lancement de l'essai
- BP3 : Aucune action
- BP4 : Aucune action

Un appui sur la case « Pdi » permet d'afficher la pression différentielle théorique calculée selon la configuration du forage. Ces valeurs théoriques, prennent en compte la configuration de l'installation et suivent le tableau suivant, entrant dans le cadre de la norme.

Profondeur de l'essai (m)	Pdi théorique (bar)
0	-1.1
1	-1
2	-0.9
3	-0.8
4	-0.7
5	-0.6
6	-0.5
7	-0.4
8	-0.3
9	-0.2
10	-0.1
11	0
12	0.1
13	0.2
14	0.3
15	0.4
16	0.5
17	0.6
18	0.7
19	0.8
20	0.9

Le tableau central affiche les valeurs du palier en cours d'enregistrement. Il est accompagné d'un chronomètre indiquant l'avancement de l'enregistrement (0 à 60s). Un appui sur ce tableau permet la visualisation de l'ensemble des données de l'essai en cours sous forme de tableau puis de courbe.



Figure 20 : Menu mesure pendant un essai

- BP1 : Clôture de l'essai après enregistrement du palier en cours
- BP2 : Aucune action en mode automatique (Déclenchement du palier suivant en mode non automatique)
- BP3 : Clôture de l'essai sans enregistrement du palier en cours (arrêt d'urgence)
- BP4 : Aucune action

La fenêtre en bas à droite permet le réglage du ΔP à appliquer lors du passage au palier suivant. En mode automatique, ce paramètre est géré de manière autonome par le système en fonction de l'évolution des grandeurs d'essai mais peut également être modifié manuellement à tout moment.

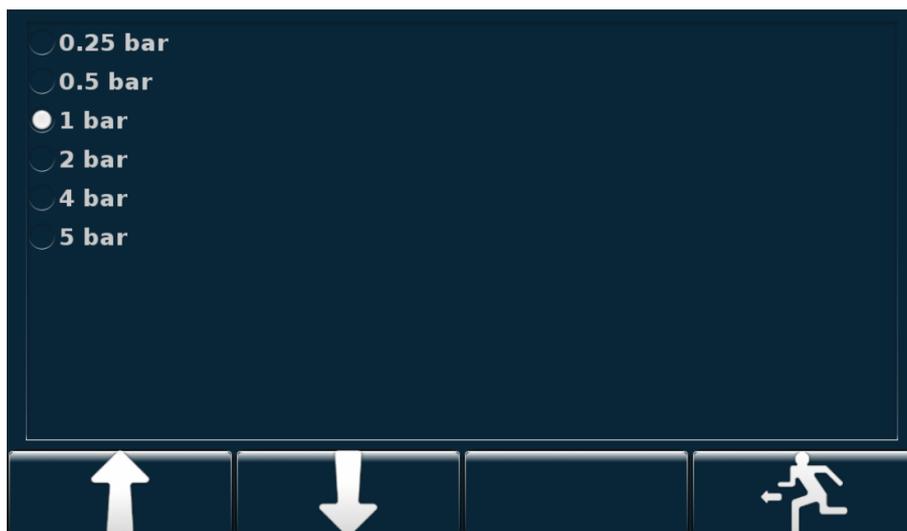


Figure 21 : Menu de choix du ΔP

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 26
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			



Figure 22 : Confirmation de l'arrêt manuel de l'essai

3.7 MENU MAINTENANCE

Le menu *Maintenance* est un menu dans lequel l'opérateur peut effectuer quelques opérations manuelles. Il permet dans un premier temps de déclencher des opérations de purge en cas de besoin.

Ces procédures de purge sont contrôlées par les boutons situés à gauche de l'écran. On y trouve les éléments suivants :

- Purge de Pr et Pg pour vider les circuits d'air et d'eau du système,
- Purge de la chambre intermédiaire,
- Purge du détendeur, à utiliser lorsque l'on veut débrancher la bouteille d'azote.

Un appui sur le bouton fin stoppe la procédure en cours.

Ce menu permet également d'accéder à un écran destiné à contrôler le bon fonctionnement individuel des électrovannes, ainsi qu'un autre assurant la régulation manuelle des pressions du système.

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 27
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

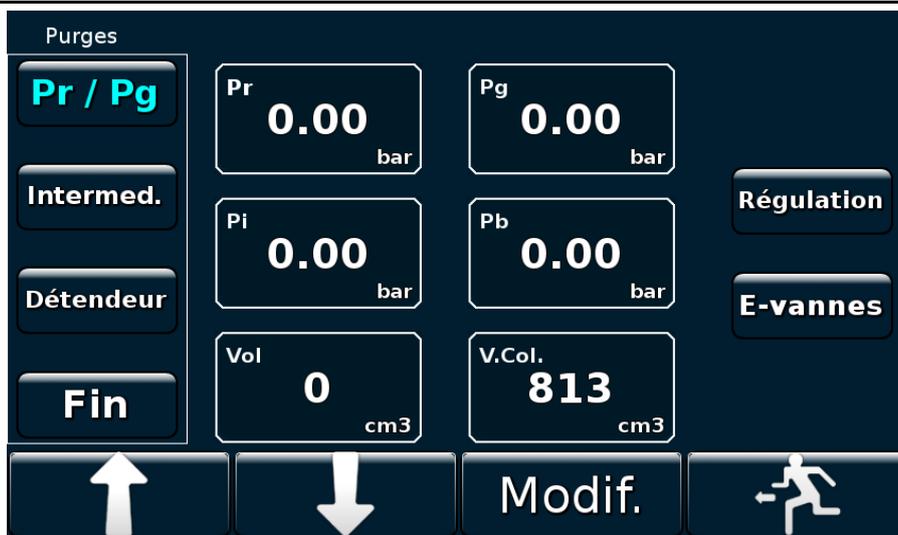


Figure 23 : Menu maintenance

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Appui sur le bouton sélectionné
- BP4 : Retour au menu principal

3.8 MENU DE PILOTAGE DES ELECTROVANNES

La partie graphique représente le circuit hydropneumatique de l'armoire. La colonne d'eau est évolutive et indique le volume réellement présent dans la colonne. Le repère affiché représente le volume idéal après remplissage de la colonne.

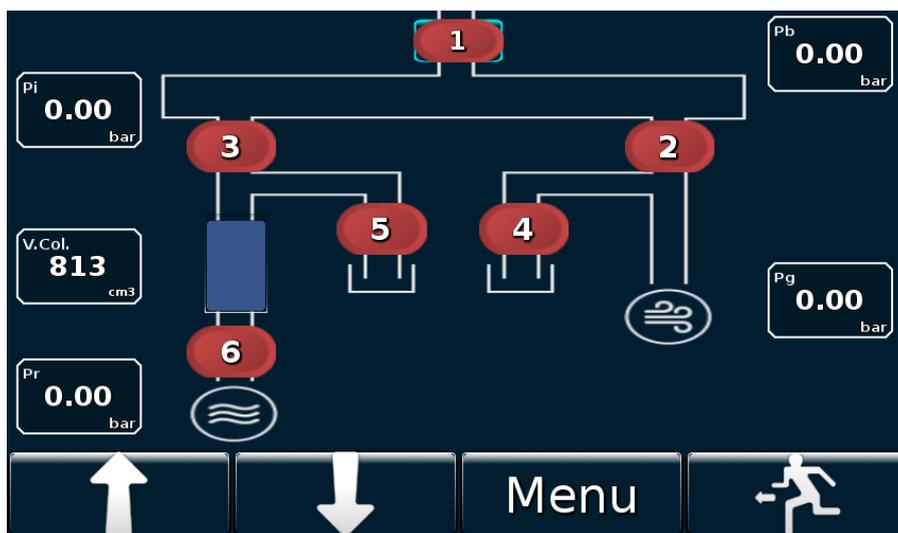


Figure 24 : Menu de pilotage des EVs

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 28
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

- BP1 : Déplacement dans la liste vers le haut
- BP2 : Déplacement dans la liste vers le bas
- BP3 : Appui sur le bouton sélectionné
- BP4 : Retour au menu principal

La sélection d'une électrovanne et l'appui sur le bouton BP3, entraîne la modification de l'état de l'électrovanne. Si l'état initial est « Fermée » alors une fenêtre de confirmation apparaît. Si cet état est « Ouverte » alors la fermeture est immédiate.



Figure 25 : Confirmation de l'ouverture d'une électrovanne

A partir de ce menu il est également possible d'accéder à l'écran de diagnostic en le sélectionnant avec le bouton « Menu ».

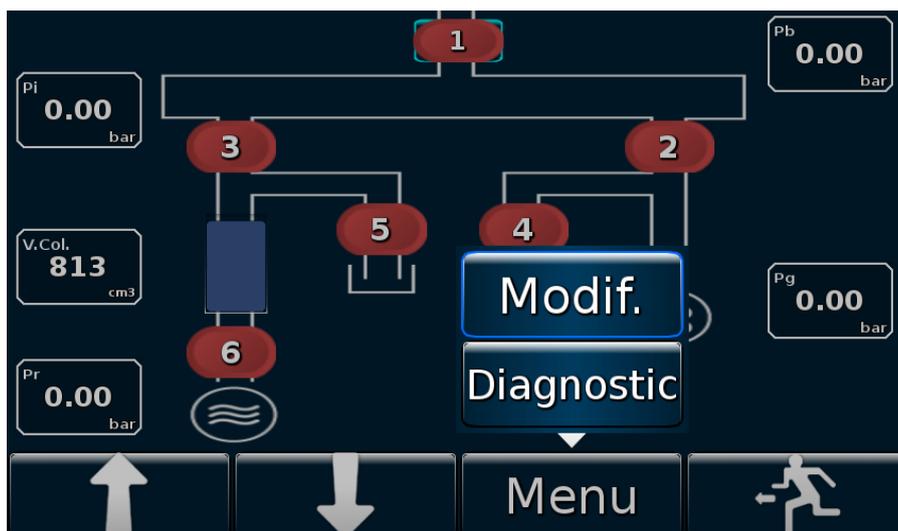


Figure 26 : Accès au lancement du diagnostic

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 29
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

3.9 MENU REGULATION MANUELLE

Ce menu permet à l'utilisateur de régler manuellement la pression PR et la pression différentielle.

Pour cela il faut au préalable régler les valeurs maximales du volume et de la pression qui serviront de critère d'arrêt pour la procédure de régulation. Ensuite il suffit d'entrer les valeurs cibles que l'on souhaite atteindre puis de lancer la procédure.



Figure 27 : Menu de régulation manuelle

- BP1 : Lancement de la purge des pressions Pr et Pg
- BP2 : Départ de la régulation
- BP3 : Réglage des paramètres
- BP4 : Retour au menu Maintenance

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 30
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			



Figure 28 : Menu de régulation manuelle (en cours)

- BP1 : Arrêt de la régulation en cours
- BP2 : Aucune action
- BP3 : Aucune action
- BP4 : Aucune action

Dans ce menu, pour modifier les valeurs cibles, il est nécessaire de stopper la régulation en cours, puis de la redémarrer.

3.10 MENU DIAGNOSTIC

Ce menu permet un diagnostic rapide des tensions d'alimentation et de courants traversants les électrovannes. Pendant le déroulement l'écran est le suivant.

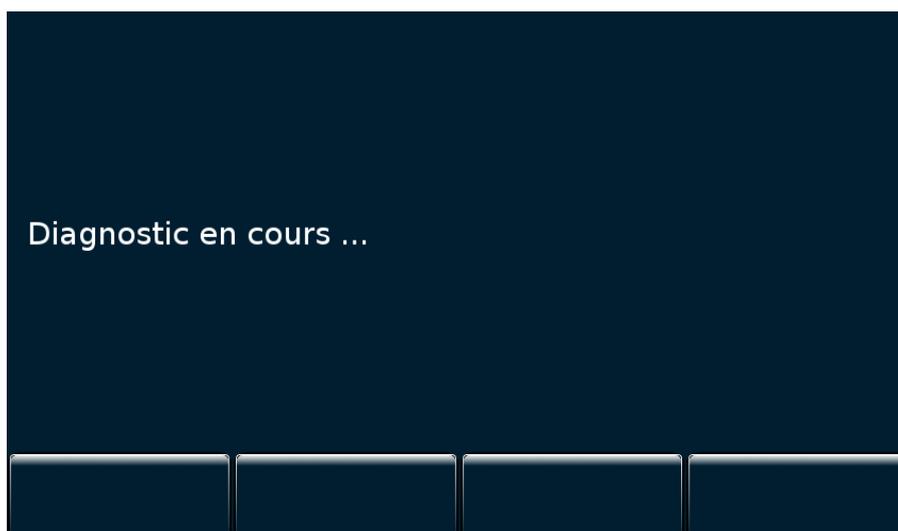


Figure 29 : Déroulement du diagnostic

	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 31
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

L'affichage des résultats se fait ensuite comme suit.

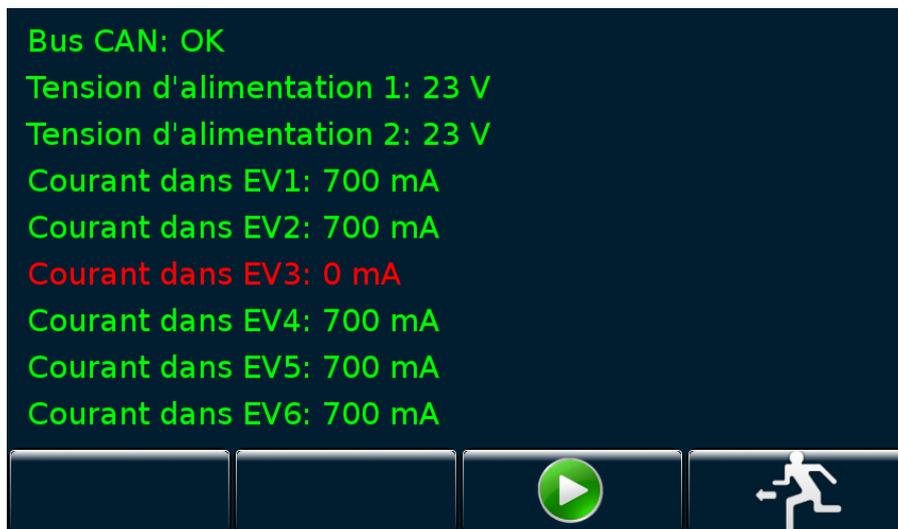


Figure 30 : Résultats du diagnostic

4 MISE EN PRATIQUE

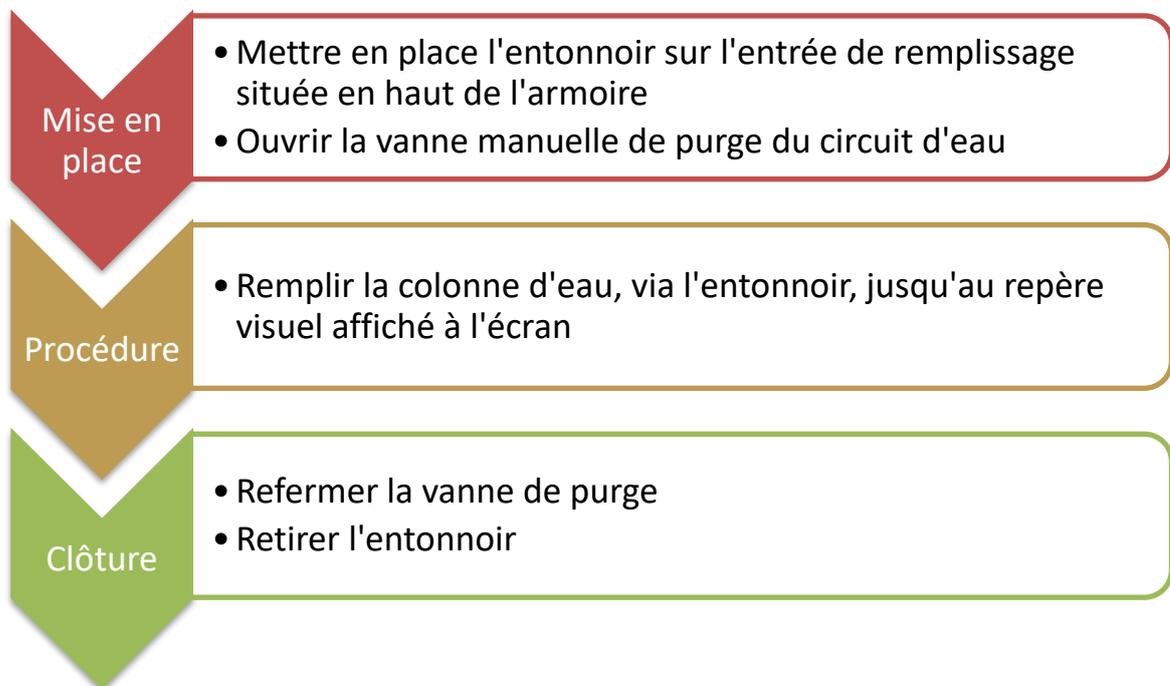
4.1 PREPARATION DU MATERIEL

Avant de démarrer un essai pressiométrique, il est nécessaire de préparer le matériel (armoire et sonde). Pour cela des étapes de remplissage des différents éléments puis de mise à zéro des capteurs sont à réaliser.

4.1.1 Remplissage de la colonne d'eau

Le remplissage de la colonne d'eau permet de s'assurer que l'on dispose de réserve suffisante pour le bon déroulement des essais.

Cette opération est à effectuer en se rendant dans le menu *Maintenance*.

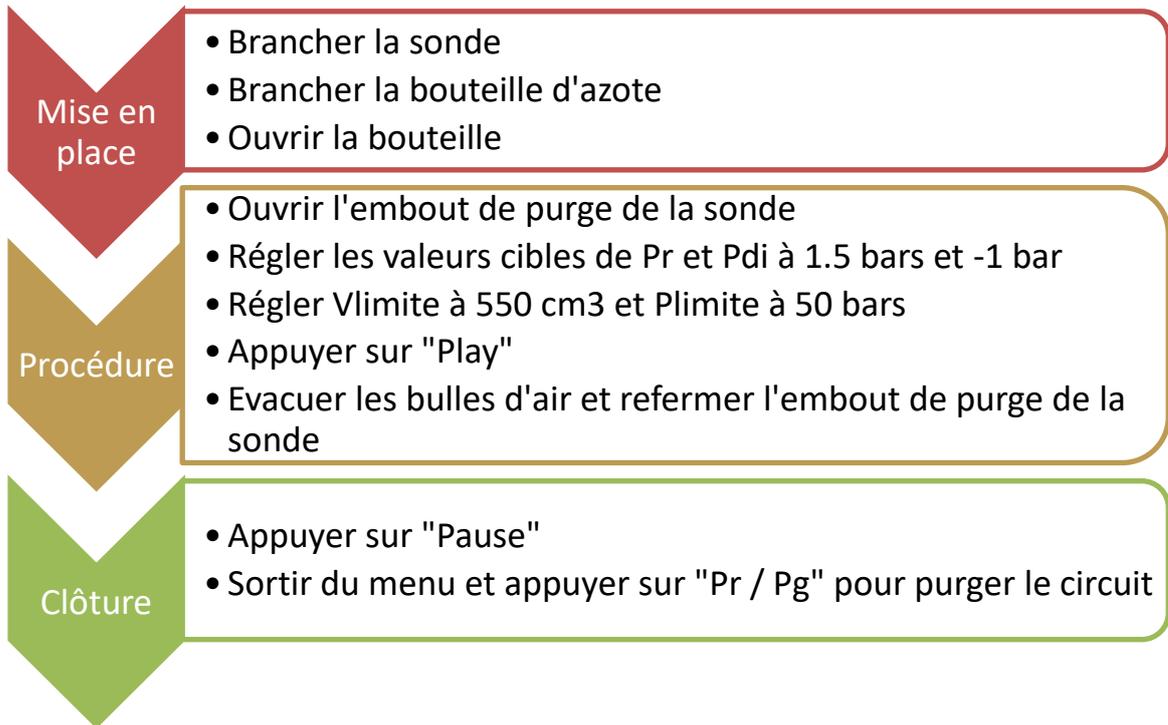


	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 33
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE

4.1.2 Purge de la sonde

Avant la première utilisation d'une sonde, il est nécessaire de la purger afin de la vider des éventuelles bulles d'air présentes dans le circuit d'eau.

Cette opération est à effectuer en se rendant dans le menu de régulation manuelle de l'écran Maintenance.

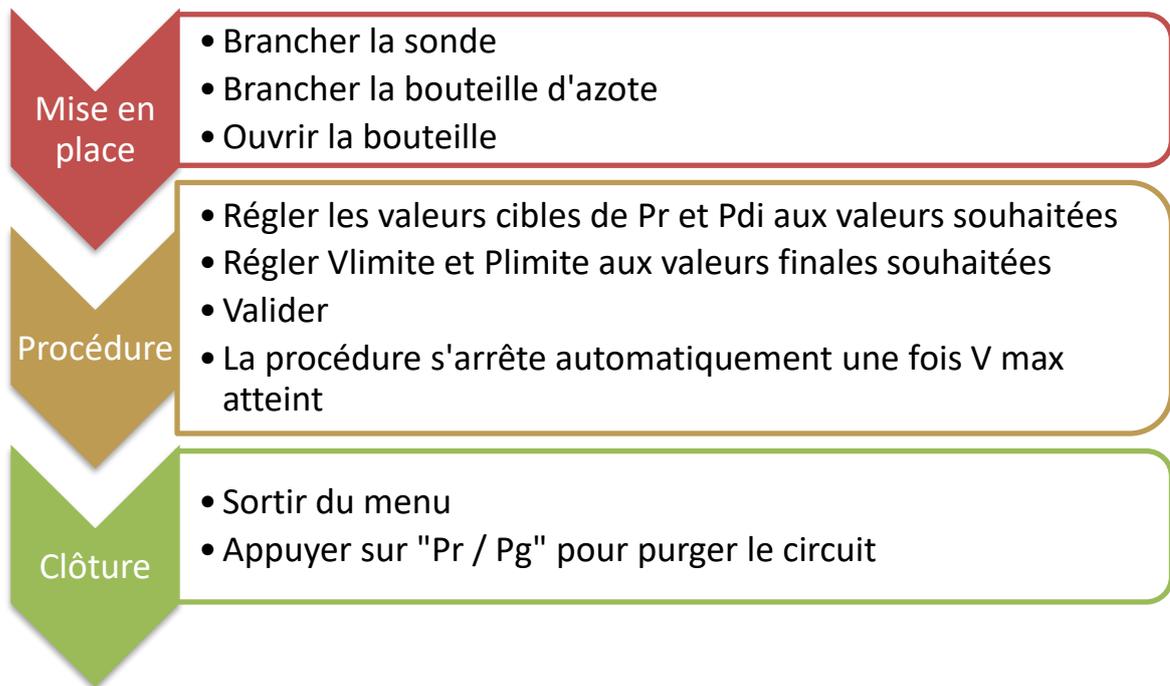


A la suite de cette procédure il est nécessaire de procéder à un nouveau remplissage de la colonne comme décrit précédemment.

4.1.3 Pré-dilatation de la sonde

Afin de s'assurer du bon remplissage de la sonde, il est intéressant d'effectuer un ou plusieurs remplissages avant la réalisation d'essai. Pour cela il faut injecter un volume proche de 550cm³ d'eau dans le cas d'une sonde courte avec tube fendue ou de 700cm³ pour une sonde longue.

Cette opération est à effectuer en se rendant dans le menu de régulation manuelle de l'écran Maintenance.



4.1.4 Mise à zéro du volume

Après le remplissage de la colonne, l'utilisateur doit effectuer une mise à zéro de la valeur du volume corrigé. Ainsi la valeur du volume corrigé correspondra au volume d'eau réellement injecté dans la sonde, soit initialement 0 cm³.

Cette opération est à réaliser dans le menu *Installation / Essai L.Ménard Auto / Volume*. Sur cet écran un appui sur le bouton de remise à zéro réalise cette action. Le volume affiché sur la fenêtre principale correspond au volume corrigé et est donc également à zéro.

4.1.5 Mise à zéro des capteurs pression

Lorsque l'on constate une variation importante du zéro des capteurs pression (variation supérieure à 0.25 bar), il est nécessaire de procéder à leur correction.

Il faut alors se rendre dans le menu *Installation / Essai L.Ménard Auto / Pression*.

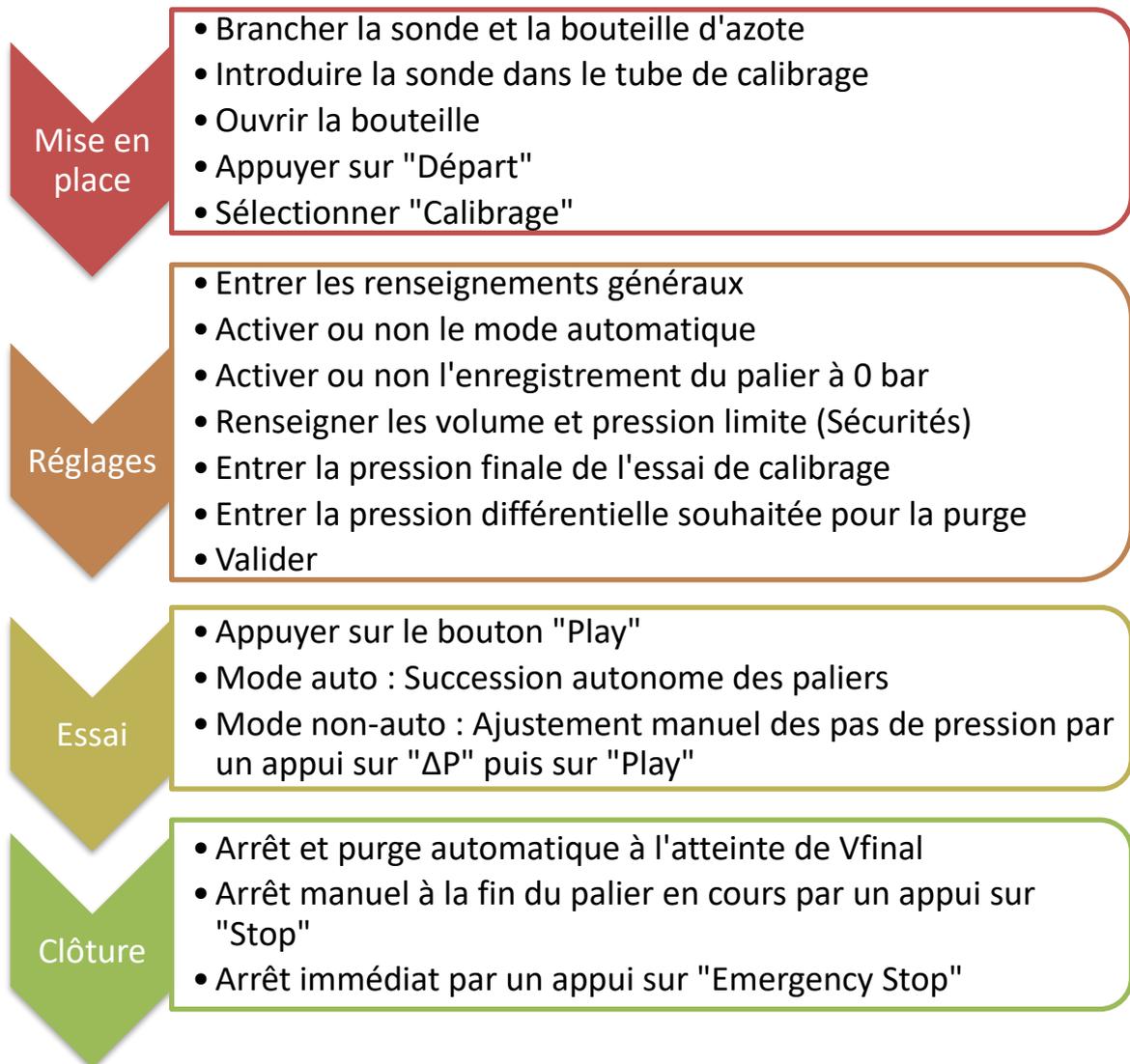
Cet écran permet la sélection du capteur concerné (en rouge) puis sa remise à zéro par un appui sur le bouton correspondant.

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	<i>Création : 09/12/2016</i>	<i>Page 35</i>
	<i>Documentation utilisateur</i>	<i>Mise à jour : 09/10/2017</i>	<i>De 42</i>
		<i>Auteur : Mathieu Cheynet</i>	
		<i>Catégorie : Public</i>	<i>Statut : BPE</i>

4.2 ESSAI DE CALIBRAGE (DILATATION PROPRE DE L'APPAREILLAGE)

Extrait de la norme NF EN ISO 22476-4, §B.4.2 :

La sonde, dans sa gaine en caoutchouc ou équipée du tube fendu éventuel, doit être introduite dans le tube cylindrique destiné à l'essai de résistance propre de l'appareillage décrit en 4.6.4 et à la Figure B.1. Elle doit être mise en pression par pas, ΔP , de 100 kPa jusqu'à ce que la membrane ou le tube fendu entre en contact avec le tube d'étalonnage. Après cela, dix autres pas équivalents doivent être appliqués jusqu'à la valeur de pression maximale de la sonde. Pendant la deuxième partie de l'essai, chaque palier de pression doit être atteint en moins de 20 s et maintenu pendant 60 s.

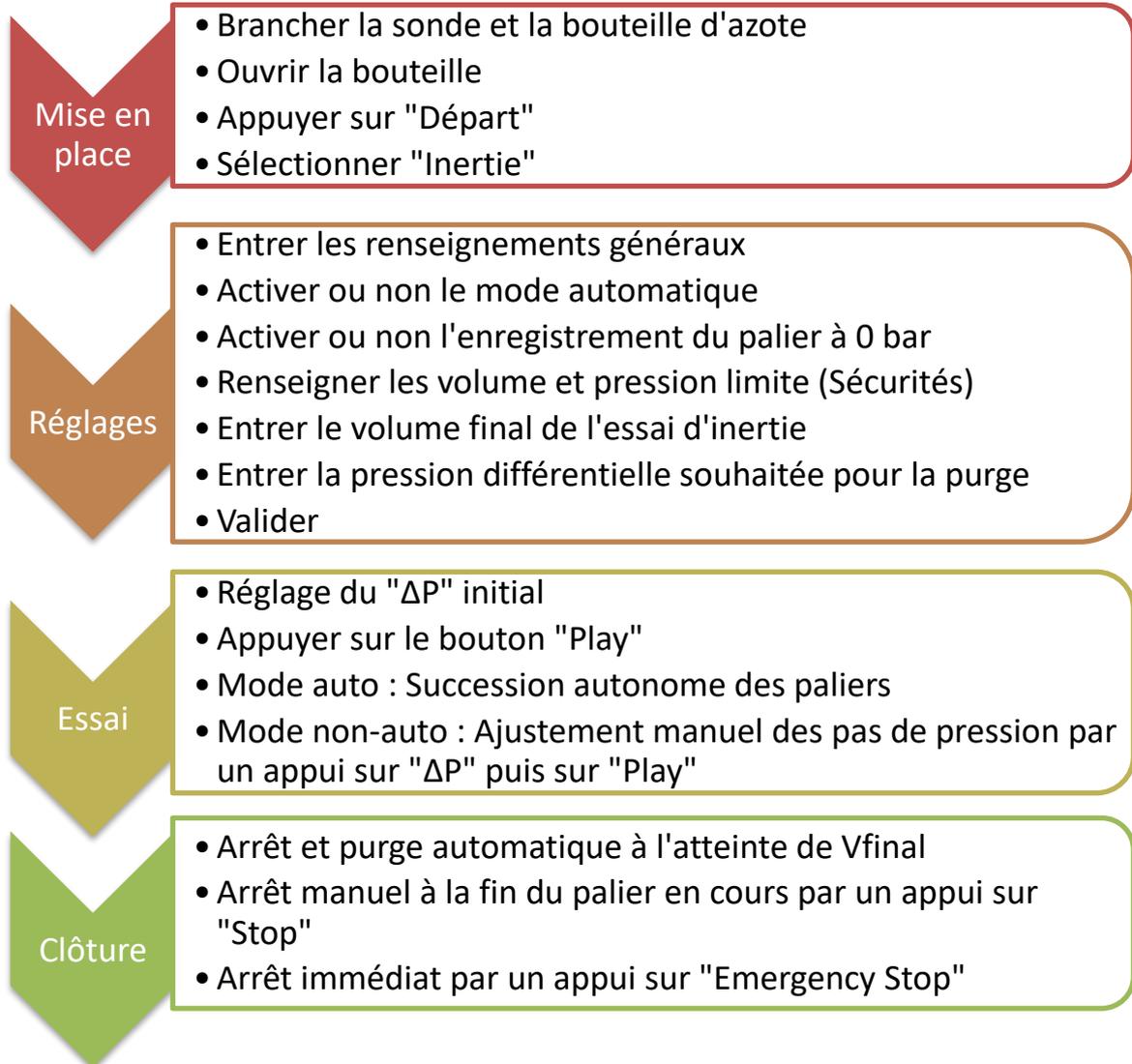


	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 36
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

4.3 ESSAI D'INERTIE (RESISTANCE PROPRE DE LA SONDE)

Extrait de la norme NF EN ISO 22476-4, §B.4.3 :

La sonde doit être placée à l'air libre, à proximité du dispositif de mesurage de la pression, tel que représenté à la Figure B.3. Elle doit être dilatée dans les mêmes conditions que celles lors de l'essai dans le terrain, avec un pas de pression, Δp , égal à 1/5 de la valeur estimée de la résistance propre de la sonde, P_{el} . Chaque palier de pression doit être maintenu pendant 60 s. Un volume d'au moins 700 cm³ doit être injecté dans la cellule centrale (550 cm³ pour la sonde courte équipée d'un tube fendu).

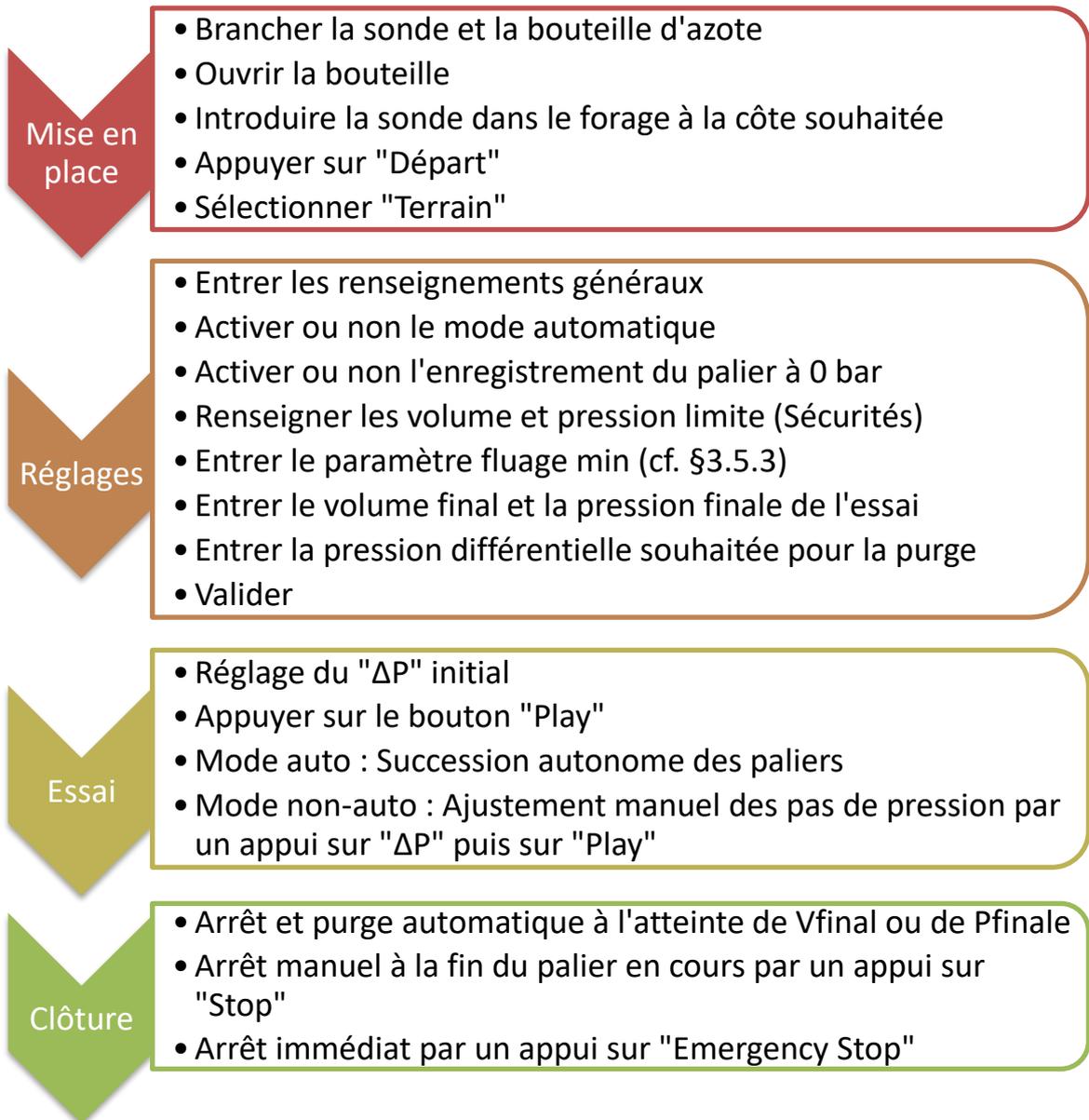


	Armoire pressiométrique automatisée	Création : 09/12/2016	Page 37
	Documentation utilisateur	Mise à jour : 09/10/2017	De 42
		Auteur : Mathieu Cheynet	
		Catégorie : Public	Statut : BPE
Propriété de LIM SA. Reproduction ou exploitation interdite sans autorisation préalable écrite.			

4.4 ESSAI TERRAIN

Extrait de la norme NF EN ISO 22476-4, §3.1.4 :

Processus qui consiste à dilater une sonde cylindrique dans le terrain en appliquant des paliers de pression conformément à un programme défini et à mesurer la variation du volume en résultant en fonction du temps.



Nota :

- Le mode automatique prend en compte les valeurs de fluage des paliers de pression pour ajuster le pas entre les paliers. Il se base sur le paramètre « Fluage min » pour déclencher des augmentations du pas de pression (pour des paliers avec le même pas de pression, si 3 fluages successifs sont inférieurs à ce paramètre alors le pas passe à la valeur supérieure).
- La modification manuelle du pas de pression reste possible par appui sur la fenêtre « ΔP ».
- En mode non-automatique c'est l'opérateur qui gère les modifications du pas de pression en fonction de ses observations.

4.5 SECURITES PROGRAMMEES

L'appareil effectue des vérifications aux différentes étapes de son utilisation pour assurer le bon déroulement de l'essai et pour éviter des sollicitations matérielles trop importantes.

4.5.1 Vérifications continues

Les vérifications continues sont destinées à éviter la dégradation du circuit pneumatique de l'armoire pressiométrique et sont réalisées à tout instant dès le démarrage du système. Elles concernent les pressions des différentes chambres (Intermédiaire, PR, PG) qui doivent rester inférieures à une pression limite de 110 bars.

4.5.2 Vérifications au lancement d'un essai

Les contrôles au lancement d'un essai sont destinés à s'assurer que l'essai souhaité est réalisable. Ainsi le système vérifie avant de démarrer un essai que le volume réel d'eau dans la colonne est supérieur à 700cm^3 et que la pression bouteille est supérieure à la pression finale de l'essai majorée de 5 bars.

4.5.3 Vérifications en cours d'essai

En cours d'essai, deux types de vérifications sont actives, celles relatives à la sécurité du matériel et celles pilotant l'arrêt normal de l'essai en cours.

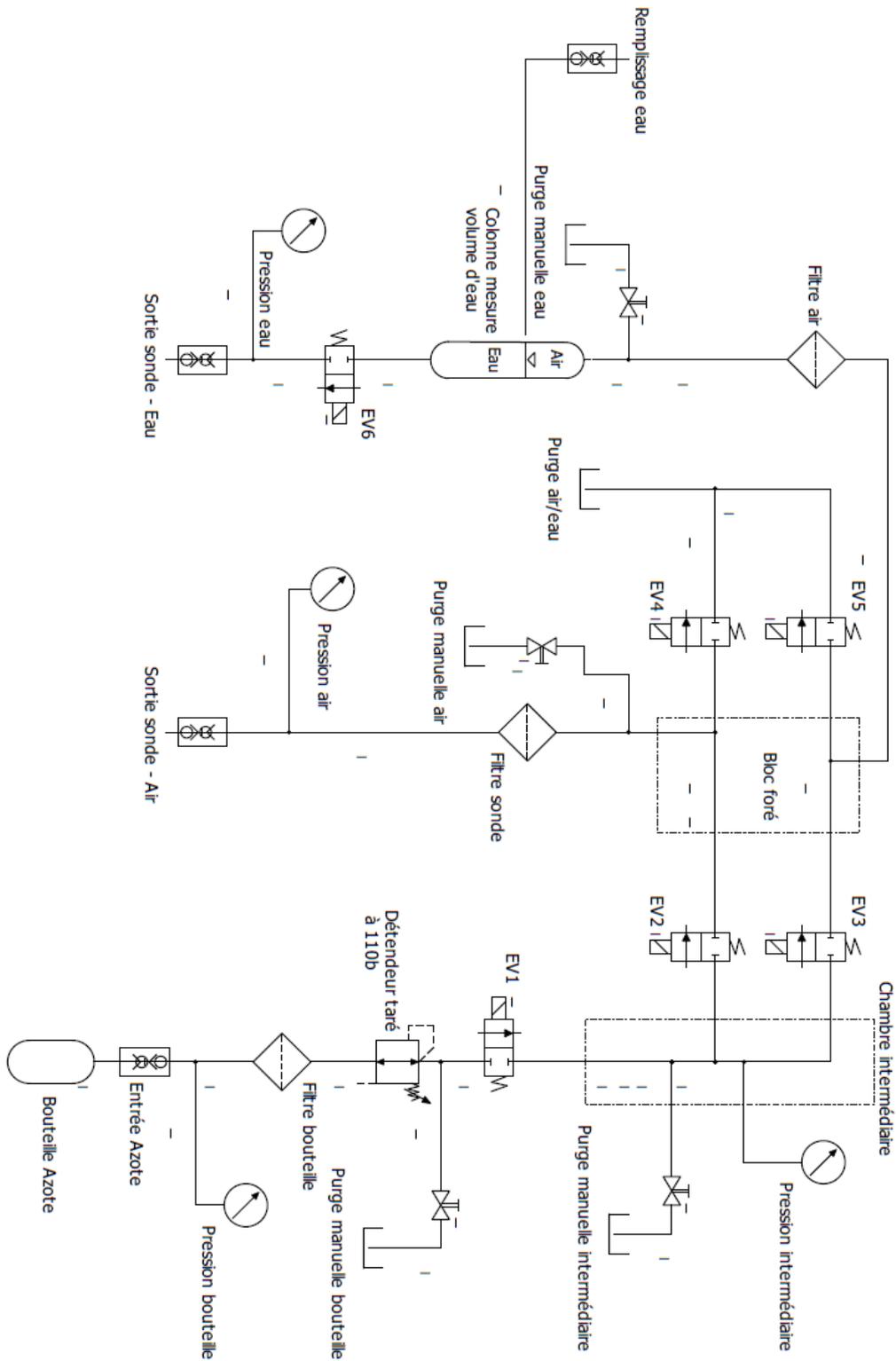
Les contrôles de sécurité s'assurent que les pressions et les volumes restent inférieurs aux valeurs dites « limite de la sonde », définies par l'utilisateur, qui stoppent immédiatement l'essai sans attendre la fin du palier en cours.

Les contrôles de fin d'essai concernent les pressions et volumes dits « finaux », définies par l'utilisateur, qui à leur atteinte déclenchent la clôture de l'essai à la fin du palier en cours.

	<i>Armoire pressiométrique automatisée</i>	<i>Création : 09/12/2016</i>	<i>Page 39</i>
	<i>Documentation utilisateur</i>	<i>Mise à jour : 09/10/2017</i>	<i>De 42</i>
		<i>Auteur : Mathieu Cheynet</i>	
		<i>Catégorie : Public</i>	<i>Statut : BPE</i>

5 ANNEXES

5.1 ANNEXE A : SCHEMA HYDRO-PNEUMATIQUE



Armoire pressiométrique automatisée

Création : 09/12/2016

Page 40

Mise à jour : 09/10/2017

De 42

Auteur : Mathieu Cheynet

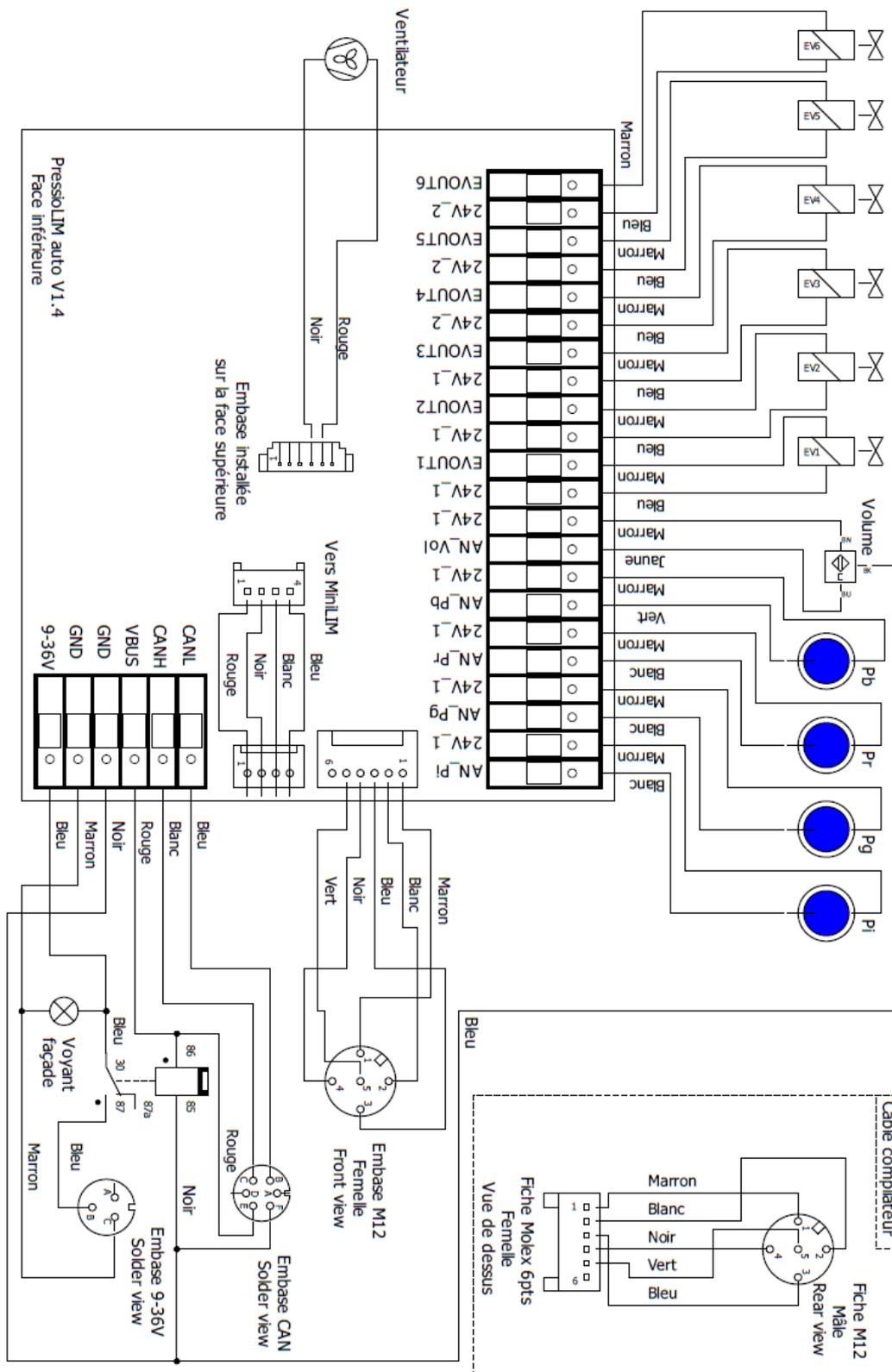
Catégorie : Public

Statut : BPE



Documentation utilisateur

5.2 ANNEXE B : PLAN DE CABLAGE EN VERSION ECRAN INTEGRE



Armoire pressiométrique automatisée

Documentation utilisateur

Création : 09/12/2016

Mise à jour : 09/10/2017

Auteur : Mathieu Cheynet

Catégorie : Public

Page 41

De 42

Statut : BPE

