

Régulation automatique de piscine

Après la construction de la piscine et du local technique, pourquoi ne pas automatiser tout ça. Après avoir passé de longues heures à chercher sur internet comment il fallait faire, le temps était venu de mettre la main à la pâte. Je ne voulais pas faire trop compliqué mais pourtant cela n'a pas été de tout repos.

Le but est de réaliser une régulation PH et ORP, d'automatiser le temps de filtration en fonction de la température de l'eau et du volume d'eau, de contrôler la pression dans le circuit hydraulique et d'ajouter un hivernage actif en fonction de la température extérieure. Le tout affiché sur un LCD de 4 lignes de 20 caractères dans le local technique, et également visible sur internet.

le matériel utilisé :

- Un ARDUINO UNO
- Un module Ethernet W5100
- Un module RTC DS3231
- Deux sondes de température 18B20 (piscine & extérieure)
- Un capteur de pression 0-5 bars
- Un afficheur LCD 4X20
- Un module de 3 relais
- Un circuit imprimé double faces d'interconnexion de l'ensemble avec
 - o Deux régulateurs 5V/1A 7805
 - o Résistances et condensateurs.
- Deux circuit imprimés double faces amplis des sondes PH et ORP avec pour chacun :
 - o 3 CI AOP
 - o Un isolement galvanique alimentation + & - 5 volts
 - o Un isolement opto pour le signal.
 - o Résistances et condensateurs.
- Fil de câblage, boîtier, connecteurs, boutons poussoir, interrupteur... et EasyEDA pour la réalisation des schémas et PCB.

Mise en œuvre.

A la page suivante le schéma de principe.

Sur le PCB d'interconnexion :

Il y a une erreur qu'il faut corriger. En effet il manque une résistance de rappel de 4.7 kohm entre les pins 2 des connecteurs H7- H13 et le +5V. cette résistance est indispensable pour le bon fonctionnement du « one wire ».

Une autre erreur également le + 5 volt est relié sur l'entrée VIN au lieu du +5 volt de l'arduino

Après le schéma, je donne une explication sur les connecteurs de raccordement aux différents périphériques (DS3231 sondes de températures, LCD, relais...)

Les sorties relais PH, ORP et filtration sont des contacts secs, à raccorder suivant le matériel utilisé, basse tension ou 220V pour les pompes péristaltiques.

Le contact sec de commande de la pompe est câblé pour fournir du 9v à partir de l'alimentation générale Ce 9v alimente un relais statique avec une entrée isolée par un OPTO.

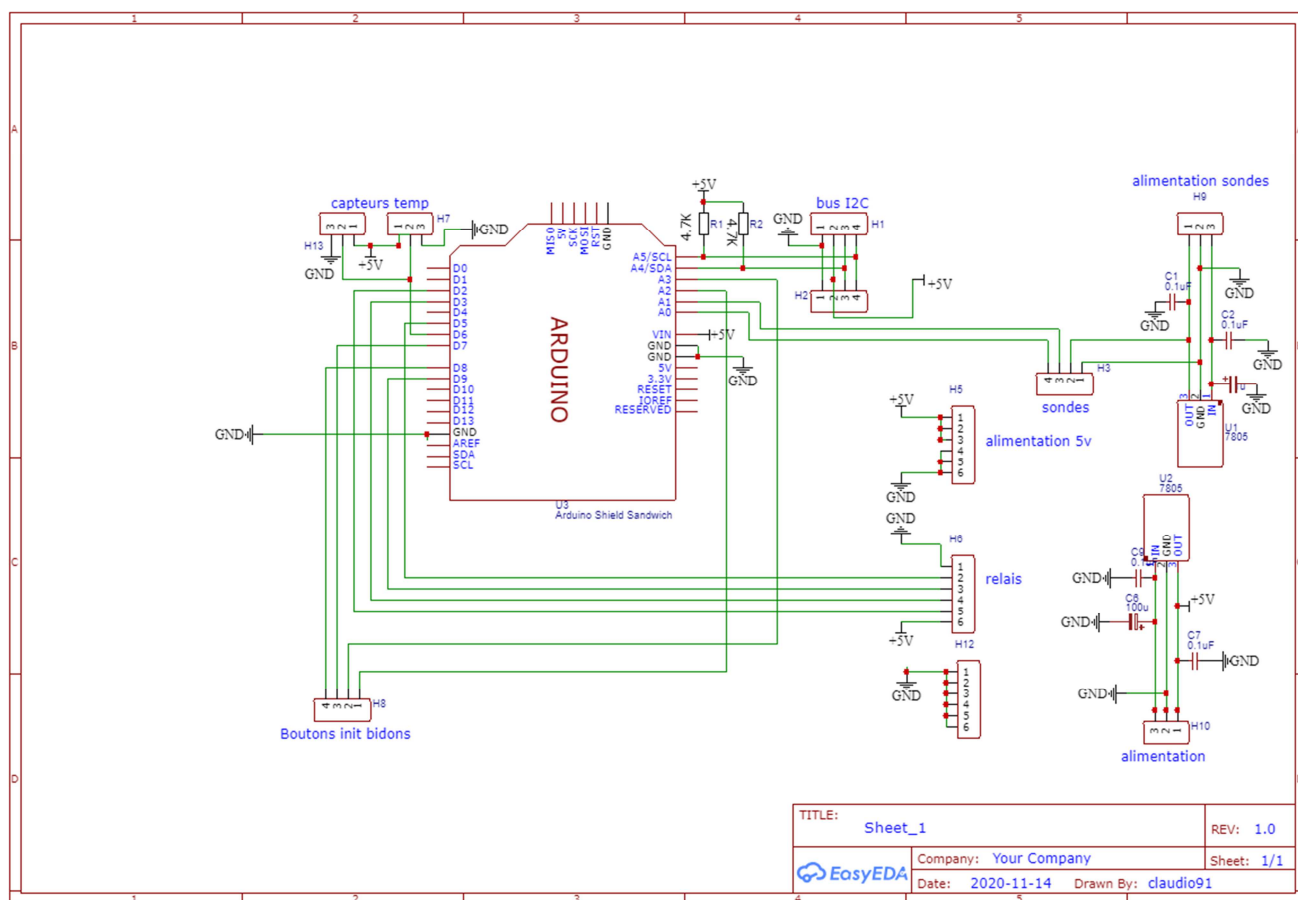
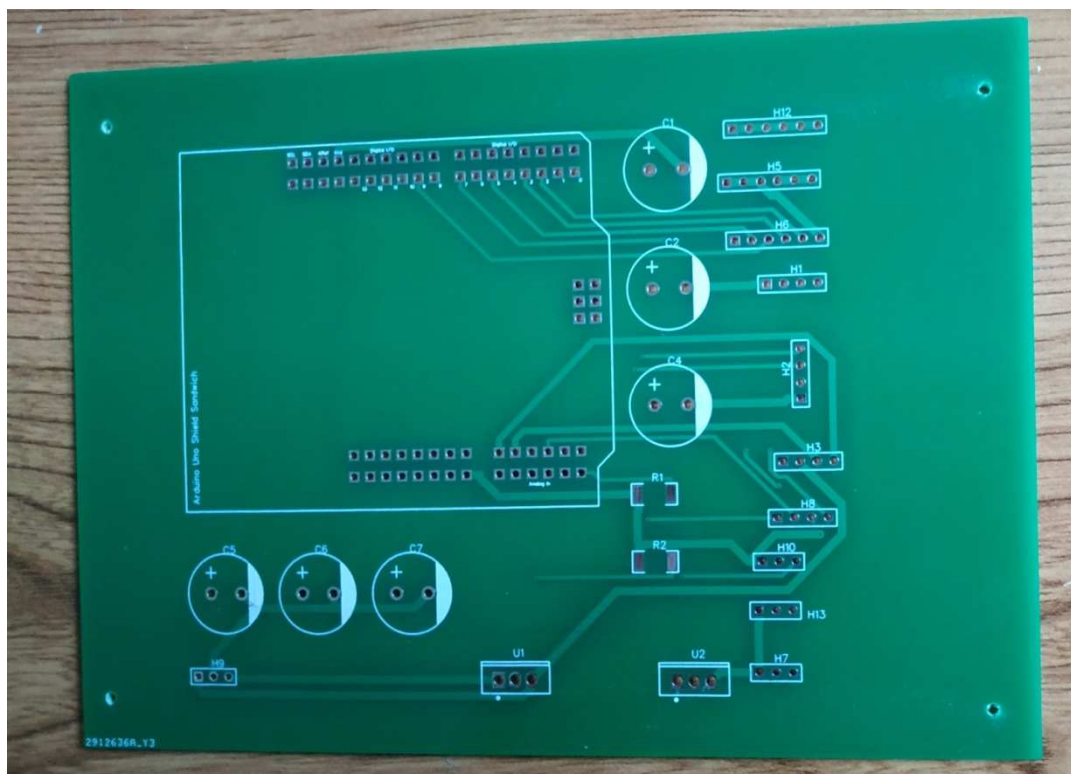


Schéma interconnexion avec l'arduino uno



PCB coté composant

Tenant aboutissant de la carte interconnexions

carte arduino uno R3	E/S arduino	Désignation	Connecteur	Couleur de fils
USB	D0	USB	USB	NC
USB	D1	USB	USB	NC
internet wiznet	D4	carte Ethernet	vers w5100	NC
internet wiznet	D10	carte Ethernet	vers w5100	NC
internet wiznet	D11	carte Ethernet	vers w5100	NC
internet wiznet	D12	carte Ethernet	vers w5100	NC
internet wiznet	D13	carte Ethernet	vers w5100	NC

.+5V			H7-1	rouge
Deux capteurs de temp. DS18B20	D6	one wire	H7-2/ H7-2	bleu
GND			H7-3	noir

Buzzer	A2		H8-1	jaune
Capteur pression	A3		H8-2	beu
Bouton reset PH	D7	BP	H8-3	vert A3
Bouton reset chlore	D8	BP	H8-4	jaune/ noir

GND		relais	H6-1	noir
Cde PH	D5	relais	H6-2	bleu
Cde chlore	D9	relais	H6-3	jaune
bouton hivernage	D3	Interrupteur	H6-4	jaune
cde filtration	D2	relais	H6-5	vert
. +5V		relais	H6-6	rouge

GND		sonde	H3-1	noir
Alim +5V sondes ph orp		sonde	H3-2	rouge
sonde ph	A1	entrée sonde	H3-3	jaune
sonde chlore	A0	entrée sonde	H3-4	vert

GND			H1-1/H2/1	noir
. +5V			H1-2/H2-2	rouge

Un shield RTC DS3231 (i2c)	A4-SDA	I2C	H1-3/H2-3	vert
Un LCD 4lignes (i2c)	A5-SCL	I2C	H1-4/H2-4	beu
Alim +5V sondes ph orp	NC		H9-1	NC
GND			H9-2	noir
Entrée alim 9-12V	alim général		H9-3	rouge
Alim +5V	NC		H10-1	NC
GND idem H9-2	NC		H10-2	NC
Entrée alim 9-12V idem H9-3	NC		H10-3	NC
Alim +5V général	réserve		H5-1	rouge
Alim +5V général	réserve		H5-2	rouge
Alim +5V général	réserve		H5-3	rouge
GND	réserve		H5-4	noir
GND	réserve		H5-5	noir
GND	réserve		H5-6	noir
GND	réserve		H12-1	noir
GND	réserve		H12-2	noir
GND	réserve		H12-3	noir
GND	réserve		H12-4	noir
GND	réserve		H12-5	noir
GND	réserve		H12-6	noir

Nomenclature carte d'interconnexions

ID	Nom	Désignation	Valeur	Qté
1	Arduino Shield Sandwich	U3	ARDUINOR3_ICSP_SANDWICH	1
2	Ethernet shield W5100	Ethernet	Ethernet_W5100_SANDWICH	1
3	HDR-F-2.54_1x6	H6,H12,H5	Connecteur HDR-F-2.54_1X6	3
4	régulateur 5V	U1,U2	TO-220-3_7805	2
5	Condensateur	C7,C9,C2,C1	100NF	4

6	Résistance 1/4w	R1,R2	4,7KO	2
7	Connecteur	H9,H10,H13,H7	Connecteur HDR-F-2.54_1X3	4
8	Condensateur	C4 C6	100µf	2
9	Connecteur	H8,H1,H2,H3	Connecteur HDR-F-2.54_1X4	4

Les amplis PH et ORP

L'ampli PH

Le premier AOP amplifie le signal de l'électrode avec une haute impédance d'entrée. Le gain est ajustable avec R9. A la sortie de l'ampli, la tension mesurée est comprise entre +5V et -5V . -5V étant un pH de 14 et +5v étant un pH de 0. Ce qu'il faut, c'est que cette tension soit inversée et décalée (offset), et ces deux tâches sont accomplies par le deuxième AOP. A ce stade la tension est comprise entre 0 et 5V. Le schéma de l'ampli vient d'un site aquariophile : <https://www.cap-recifal.com/forums/topic/668-ph-m%C3%A8tre-diy/>. L'intérêt est l'isolement galvanique de l'alimentation et l'isolement opto analogique pour le signal de sortie. Toute interférence entre l'entrée du signal de la sonde et la sortie vers l'arduino est ainsi éliminée.

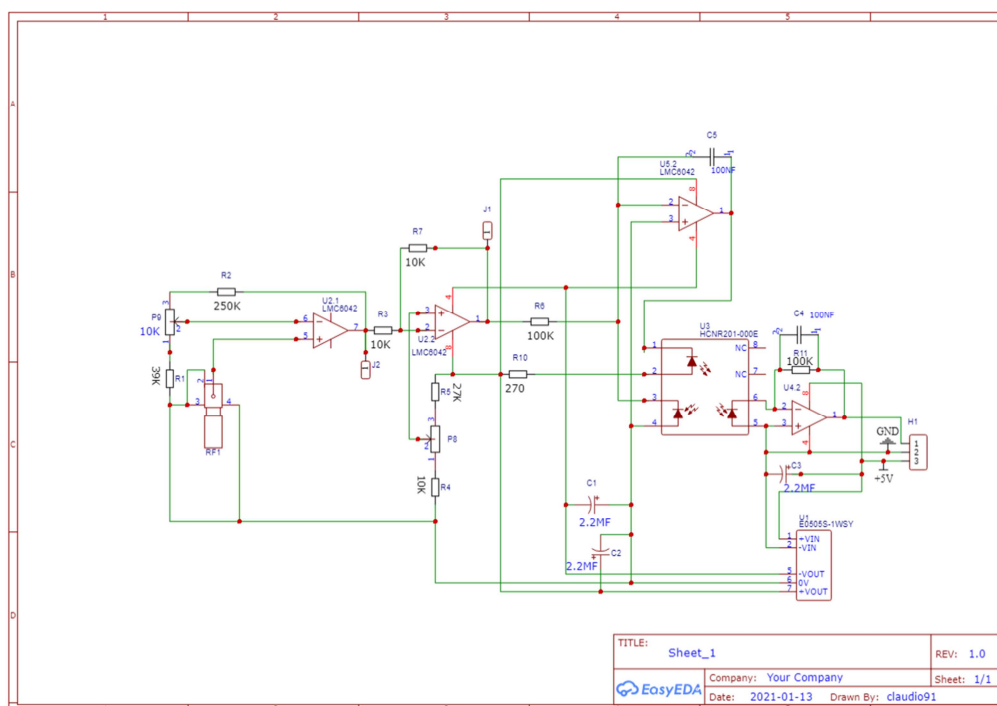
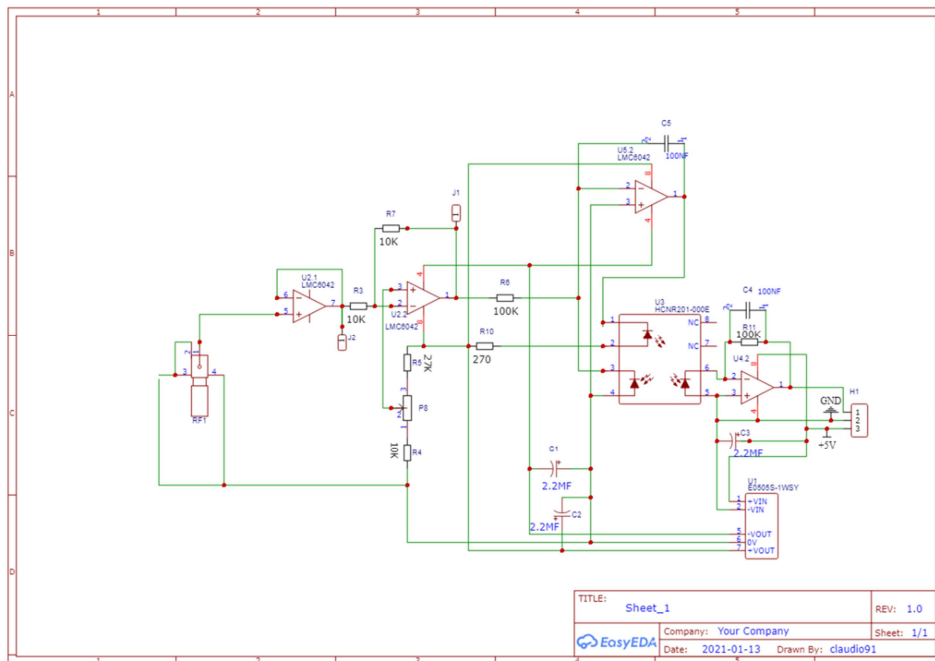


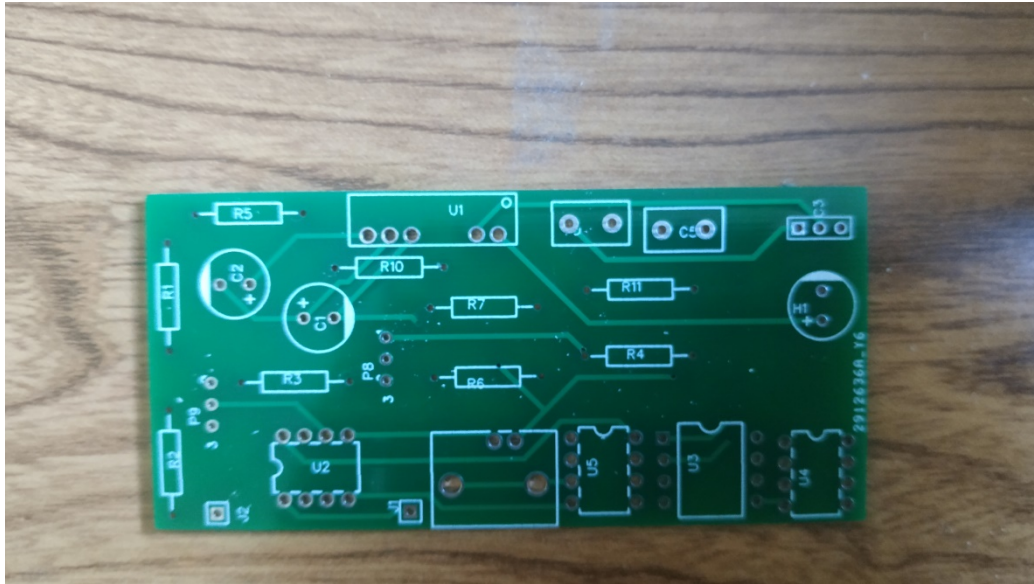
Schéma ampli sonde PH



Ampli sonde ORP

Nom	Désignation	Valeur	Qté
Condensateur ²	C4,C5	100NF	2
DOSIN-801-0030	RF1	BNC-TH_DOSIN-801-0030	1
E0505S-1WSY	U1	PWRM-TH_EXXXXS-XW	1
Capxon	C1,C2,C3	10 µf	3
RESISTANCE	R1	39ko (PH) 47ko (ORP)	1
RESISTANCE	R2	250ko(PH) 100ko (ORP)	1
RESISTANCE	R3 R4 R7	10ko	3
RESISTANCE	R5	27ko	1
RESISTANCE	R6 R11	100ko	2
HCNR201-000E	U3	DIP-8	1
HDR-F-2.54_1x3	H1	HDR-F-2.54_1X3	1
POTENTIOMETRE	P9,P8	POT 10ko	2
LMC 6042	U5,U2,U4	DIP-8	3

Nomenclature ampli sonde



PCB ampli sonde coté composant

Etalonnage de la sonde PH

Avant de brancher la sonde court-circuitez la BNC et ajustez P8 afin d'obtenir 2.5 volts en sortie. Brancher votre sonde PH, trempez la dans une solution d'étalonnage PH 6.86 puis 9.18, vérifiez que le programme indique la bonne valeur. Ajustez si nécessaire avec P9. La variation du PH de 0 à 14 doit correspondre de 0 à 5V en sortie. Le PH 7 correspond à la moitié de la tension soit 2.5V.

Calcul du PH par l'arduino

Maintenant que l'ampli donne une tension de 0 à 5V, pour un PH 14 vers 0 il va être facile de faire la conversion. L'arduino possède 6 entrées analogiques, une sert (A0) pour le calcul du PH. Ces entrées analogiques convertissent la valeur tension en pas de 0 à 1023 (10bits). Pour convertir la valeur PH venant de l'ampli la conversion d'un pas est égale à $1023/14 = 73.071$. L'opération de calcul de l'arduino : $val_ph = ((1023 - total_ph) / 73.071)$.

Etalonnage de la sonde ORP.

L'ampli ORP est monté en suiveur. Le même PCB est utilisé, pour ceà les résistances R1, R2 et P9 sont supprimées. Il faut court-circuiter les pins 6 et 7 de U2.1. Comme l'ampli PH, celui-ci transforme la tension d'entrée -200mv à + 200mv en 0 à 4V. L'étalonnage s'effectue en mettant la sonde ORP dans une solution 256mv puis de régler P8 à cette valeur sur l'afficheur LCD, puis de vérifier avec une solution 460mv ou mieux 650mv.

Les sondes de température

Il y a deux sondes de température de type 18B20. Une pour la mesure de l'eau de la piscine, l'autre pour mesurer la température extérieure.

La sonde de mesure de température de l'eau sert à définir le temps de filtration en « mode normal ». La sonde de mesure de température de l'air sert à définir les temps de filtration en « mode l'hivernage actif ». Ces sondes sont branchées en // sur l'entrée digitale D6 et les bibliothèques « oneWire » et « Dallas température » servent à faire fonctionner le prg :

Temps de filtration

Après quelques recherches sur internet, il y a 3 propositions retenues visible dans le tableau ci-dessous :

		Temps filtration en heures		
T° Piscine	débit pompe	Proposition 1	2/3 (T°/2)	(T°/2)
15	12,3	4	5	7
16	12,3	4	5	8
17	12,3	5	6	8
18	12,3	5	6	9
19	12,3	6	6	9
20	12,3	6	7	10
21	12,3	7	7	10
22	12,3	7	7	11
23	12,3	8	8	11
24	12,3	8	8	12
25	12,3	9	9	12
26	12,3	9	9	13
27	12,3	10	9	13
28	12,3	10	9	14
29	12,3	11	9	14
30	12,3	11	9	15

La formule de la proposition 1 est la suivante :
 $0.175 \cdot \text{vol} / \text{deb} \cdot (T^\circ - 8)$

Le capteur de pression

Il est branché en // sur le manomètre du filtre à sable et permet de voir si il y a une anomalie de la pompe (pression basse) ou un encrassement du filtre à sable (pression haute).

Le module DS3231

Il s'agit d'une horloge temps réel avec une dérive très faible, cette horloge fonctionne sur le bus I2C et occupe les entrées A4 et A5 de l'arduino. La librairie utilisée « ds3231 ».

Le module LCD

Il s'agit d'un afficheur LCD de 4 lignes sur 20 caractères / ligne. Il fonctionne également sur le bus I2C, c'est l'interface de visualisation des informations dans le local technique

Le module Ethernet

Il est monté en sandwich sur la carte Arduino. Il est basé sur le chip W5100 et occupe pas mal d'E/S de l'arduino D8 D9 D10 D11 D12 et D13. Les librairies utilisées SPI et Ethernet. Ce module est l'interface des informations de la piscine à distance : WIFI et ou WAN suivant la configuration de la box

Le module trois relais

Chaque bobine des relais est commandé par l'intermédiaire d'opto-coupleurs sur les sorties D2 D5 D9 de l'arduino. Chaque relais commande la filtration, l'injection PH et l'injection ORP. Le contact du relais de la filtration fourni du 9V pour commander un relais statique dont la sortie est reliée à la pompe.

L'hivernage actif

Le passage « mode hivernage » mode « normal » est réalisé avec un interrupteur. Le temps de filtration est fonction de la température extérieure. Pour cela 5 paliers de température d'une durée d'une heure sont définis dans un tableau avec 6 horaires maximum inspiré du site « IRRIJARDIN » Les horaires sont facilement paramétrables. Lorsqu'un horaire est en cours, il est impossible de passer en mode normal.

T° extérieure	Horaire					
>13°C	00H	06H	12H	18H	22H	
<=13 & > 8	00H	06H	14H	20H		
<= 8 & > 0	00H	10H	18H			
<= 0 & > -5	00H	02H	06H	10H	18H	20H
<= -6	Continu 24H/24H					

Photos diverses

192.168.1.50

Date :20/07 Heure : 18:35

Valeur PH : 7.18
Nb injection PH : 4
Niveau bidon PH : 19.20 L

Valeur ORP : 374
Nb injection CHL : 24
Niveau bidon CHL : 6.40 L

Temperature de l'eau : 25°C
Temperature de l'air ext : 39°C
la pompe fonctionne de 11h à 19h
Pression : 0.5bar

192.168.1.50

Date :20/07 Heure : 20:04

Valeur PH : 7.25
Nb injection PH : 4
Niveau bidon PH : 19.20 L

Valeur ORP : 277
Nb injection CHL : 24
Niveau bidon CHL : 6.40 L

Temperature de l'eau : 29°C
Temperature de l'air ext : 37°C

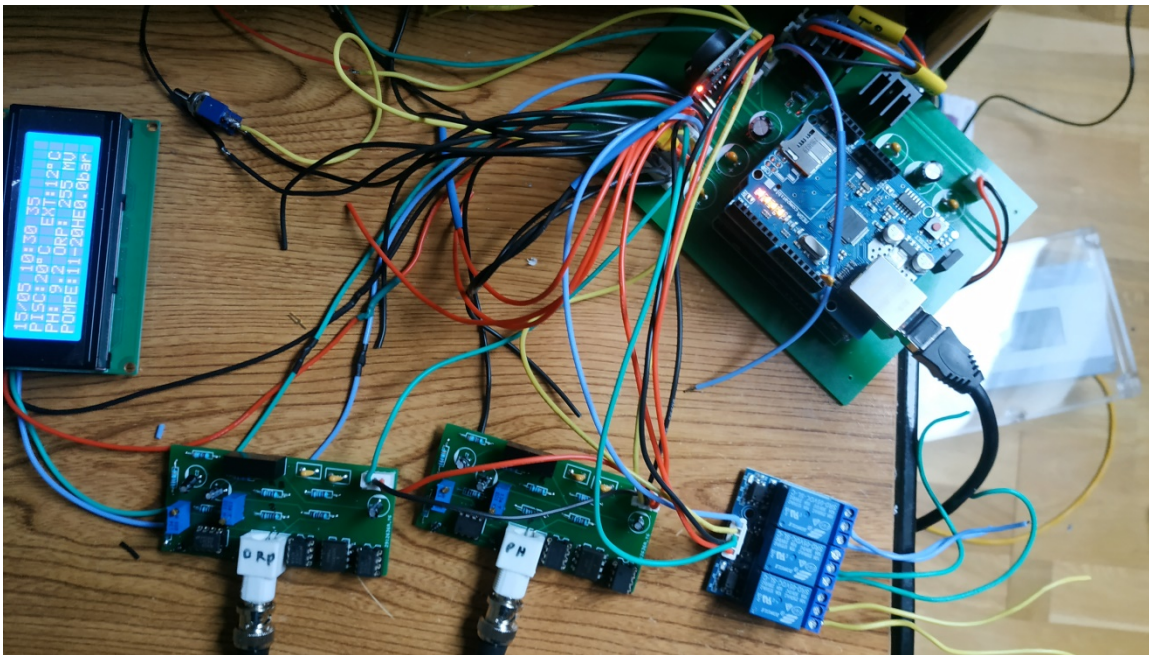
Pression : 0.0bar
Pompe à l'arrêt

MODE HIVERNAGE EN COURS
00H,06H,12H,18H,22H

Temperarure ext : 19°C
Pompe à l'arrêt

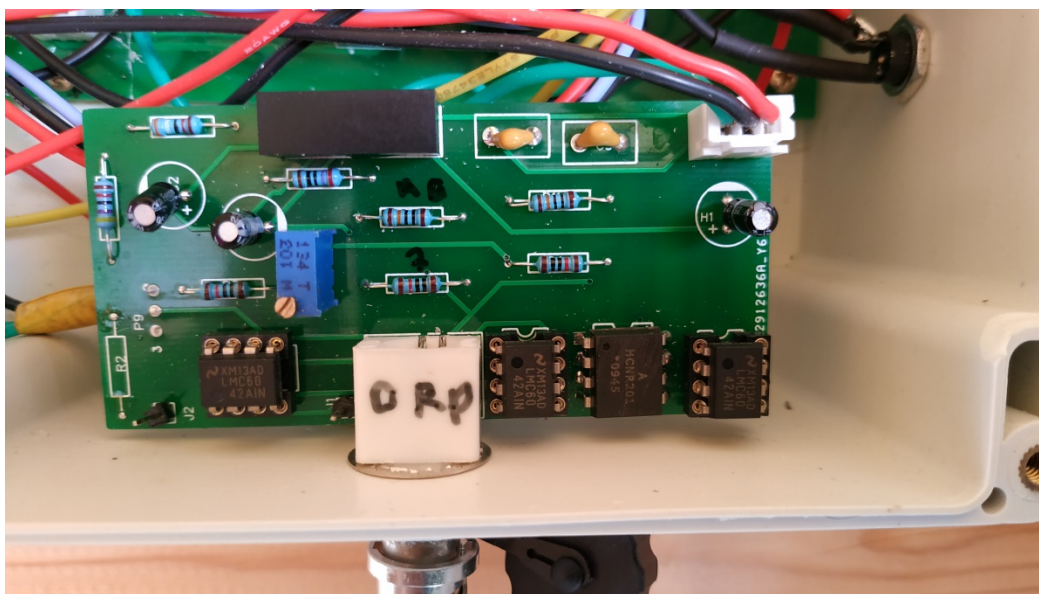
Capture d'écrans Interface WEB en mode » normal « et » hiver » sur appareil Android

photo en cours de construction

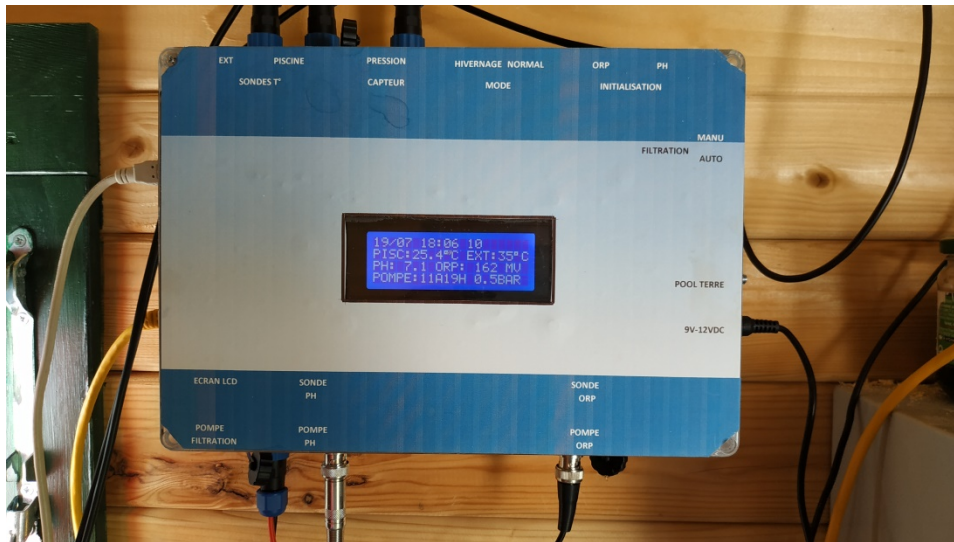


Câblage des éléments : en haut à droite la carte interface avec le sandwich arduino + module Ethernet

Et le module RTC emboîté. Au milieu à gauche l'écran LCD. En bas de gauche à droite les 2 amplis sondes et le module 3 relais.



Ampli ORP en place dans le boîtier



Le boîtier en place et en production avec une sérigraphie amateur (étiquette). La connectique se trouve sur les cotés

Deux modes de fonctionnement sont disponibles par le basculement d'un interrupteur. Le mode normal et le mode hivernage actif.

Le mode normal

Ce mode est le mode qui sert pendant la saison de baignade. La filtration commence à 11H00 (paramètre) et s'arrête à : temps de départ + tempspompe. Les contrôles de PH et ORP se font sur la moyenne de 100 relevés. Les injections de produit PH et ou chlore se font toutes les 2 heures selon les valeurs trouvées. Chacun leur tour suivant les heures : paires (orp) et impaires (ph). Quand les bidons PH ou chlore arrivent à 0.5L les injections sont arrêtées et signalées d'une part sur l'affichage local et un buzzer qui bip toutes les minutes. D'autre part il est signalé par affichage wifi. Après avoir remis à niveau le ou les bidons de produit, un appui sur le bouton poussoir correspondant réinitialisera la valeur bidon plein, ici 20L (paramètre). L'horloge fonctionnera avec sa pile (CR2032).

Le mode hivernage actif

Voir plus haut



La connectique de la face avant