

Optimisation des réglages du robot Polaris 280

Le Polaris 280 est un robot nettoyeur de piscine mu par une pression hydraulique envoyée par surpresseur.

Résumé :

En réglant la position du flotteur sur 85 mm, le nombre de tour de la vis queue sur 0,75 tour, la position verticale et horizontale de la buse de jet arrière respectivement sur Haut et Droite vous aurez le robot qui parcourra la distance maximale dans un temps donné.

1. Quelles sont les trajectoires possibles ?

- Les trajets en ligne droite sur le fond de la piscine, relativement rapides et utiles,
- Les trajets « en crabe » où le robot vient en butée contre un des murs verticaux avec son axe d'avancement à 45° par rapport au mur (cela est dû au fait que le robot n'est pas symétrique et possède 3 roues : 2 sur le côté droit et 1 sur le côté gauche), relativement lents (3 à 4 fois plus lents que ceux en ligne droite), utiles si le robot ne reste pas systématiquement coincé dans cette position dès le contact avec le mur,
- Les ascensions du robot de long d'un mur vertical, inutiles.

Le but étant que le robot parcourt le maximum de distance dans le minimum de temps en évitant de rester coincé (angle mur vertical / fond ou coin 2 murs verticaux / fond), pour nettoyer le fond de la piscine dans le moins de temps possible (les trajectoires étant aléatoires).

Comment les mesurer ?

Nous devons donc mesurer le plus précisément possible les distances parcourues selon les 3 types de trajectoires. En disposant d'un dessin de sa piscine à l'échelle 1/50^{ème} (10 m = 20 cm) avec un quadrillage tous les mètres sur le dessin et de repères tous les mètres autour de la piscine et sur les 4 bords, il sera aisé de noter à 50 cm près le point de départ d'une trajectoire (noté 1 sur le dessin) puis le point d'arrivée (noté 2 sur le dessin) puis le 2^{ème} point d'arrivée (noté 3 sur le dessin) et ainsi de suite ... Sur le trait de trajectoire que la personne N°1 aura dessiné, on notera le type de trajectoire. La personne N°2 notera à l'aide d'un chrono, le temps de chaque trajectoire. Le temps intègrera le temps de retournement du robot pour changer de trajectoire (temps de fin de trajectoire N = contact avec le mur = temps de début de la trajectoire N+1).

Il est nécessaire de mesurer environ 10 minutes de trajectoires pour disposer d'un échantillonnage représentatif (attention de neutraliser les retours arrière générés automatiquement toutes les 2 à 3 minutes) : longueurs cumulées de toutes les trajectoires de même type.

2. Que peut-on faire comme réglages sur le robot ?

Il y a 4 réglages disponibles :

- La vis en début de queue ou de flagelle du robot. En position totalement fermée il reste un petit débit d'eau sortant en bout de queue et au-delà de 4 tours complets le débit reste maximal,
- La position du flotteur au dessus du robot. Celui-ci se déplace en vissant ou dévissant le flotteur. En position totalement vissée, le centre du flotteur se situe à 70-72 mm de l'arrivée verticale du tuyau d'alimentation et en position dévissée (on voit apparaître le filetage émergeant du milieu du flotteur), le centre du flotteur se situe à 97-100 mm de l'arrivée verticale du tuyau d'alimentation,
- La buse de jet arrière qui peut s'orienter dans une fenêtre circulaire de bas en haut mais aussi de gauche à droite.

Si l'on fait varier chacun de ces 4 réglages sur 2 positions, il faudrait théoriquement réaliser : $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ essais ou sur 3 positions : $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$ essais → ce qui fait beaucoup ! Mais comment réagit le robot entre 2 réglages ? de manière linéaire ? en passant par un extremum ?

Il existe une façon de réaliser peu d'essais en ayant la quasi certitude de piéger les réactions inter-réglages : il s'agit du plan d'expériences.

En réalisant seulement 9 essais bien particuliers sur les 81 décrits ci-dessus on pourra définir :

- L'influence respective de chacun des 4 réglages sur les longueurs des trajectoires de chaque type,
- Le point de réglage optimal (entre les positions initialement choisies).

Voici le plan d'essai proposé :

Essai N°	Position flotteur	Vis queue	Orientation verticale du jet	Orientation horizontale du jet	Ordre de réalisation
1	73 mm	0 tr	Bas	Gauche	1
2	73 mm	2 tr	Milieu	Milieu	2
3	73 mm	4 tr	Haut	Droite	3
4	85 mm	0 tr	Milieu	Droite	6
5	85 mm	2 tr	Haut	Gauche	5
6	85 mm	4 tr	Bas	Milieu	4
7	97 mm	0 tr	Haut	Milieu	7
8	97 mm	2 tr	Bas	Droite	8
9	97 mm	4 tr	Milieu	Gauche	9

Une fois les mesures effectuées pour les 9 essais on en réalise l'analyse (je fournis la feuille Excel sur simple demande).

3. Quels sont les meilleurs réglages ?

L'analyse porte sur l'effet de chacun des 3 niveaux des 4 facteurs sur chacune des 3 trajectoires. Avec mes résultats d'essais (si votre piscine est rectangulaire à fond plat → il y a de grandes chances que vous obteniez à peu près la même chose !), on observe que la distance totale (somme des 3 types de trajectoires) varie de 48,3 m à 129,6 m pour une moyenne de 90,4 m → les réglages choisis ainsi que leurs niveaux jouent bien sur les distances !

Les facteurs les plus influents sont dans l'ordre décroissant :

- l'orientation horizontale du jet (± 20 m),
- l'orientation verticale du jet (± 13 m),
- la vis de queue (± 11 m),
- la position du flotteur (± 7 m).

On notera que ce ne sont pas les mêmes niveaux pour chacun des réglages qui rendent :

- maximale la distance des trajets en ligne droite,
- minimales les distances « en crabe » le long d'un mur et les distance verticales,

Position flotteur	Vis queue	Orientation verticale du jet	Orientation horizontale du jet
-------------------	-----------	------------------------------	--------------------------------

Effet en m sur Distance trajet ligne droite

Niv 1	-5,2	13,0	-17,2	1,8	73 mm	0 tr	Bas	Gauche
Niv 2	11,2	8,4	7,1	-26,5	85 mm	2 tr	Milieu	Milieu
Niv 3	-6,0	-21,5	10,0	24,6	97 mm	4 tr	Haut	Droite

133,0

84,6

0,74

Effet en m sur Distance en crabe le long d'un angle

Niv 1	2,1	-3,5	4,9	-2,5	73 mm	0 tr	Bas	Gauche
Niv 2	-3,2	-1,3	-0,9	8,6	85 mm	2 tr	Milieu	Milieu
Niv 3	1,1	4,8	-4,0	-6,1	97 mm	4 tr	Haut	Droite

-2,0

Effet en m sur Distance montée descente verticale

Niv 1	2,4	-2,1	-3,2	-0,3	73 mm	0 tr	Bas	Gauche
Niv 2	-1,1	-0,3	-1,6	-1,3	85 mm	2 tr	Milieu	Milieu
Niv 3	-1,3	2,4	4,7	1,6	97 mm	4 tr	Haut	Droite

6,9

Si l'on choisit la combinaison de réglages (qui n'a pas été testée) :

85 mm - 0 tr - Haut - Milieu

on obtiendrait → 135,6 m soit 6 m de mieux que le meilleur essai !

Si l'on recherche quels seraient les valeurs des réglages permettant la plus grande distance on trouve par le calcul la combinaison suivante :

84,6 mm - 0,74 tr - Haut - Milieu

et on obtiendrait → 137,9 m soit 2,3 m de mieux plus !

L'essai réel de test de la meilleure combinaison m'a donné : 131,3 m et valide donc notre modèle d'optimisation.

Si vous voulez en savoir plus sur les plans d'expériences : <http://plan-experiences-alexis.com/>. Vous trouverez comment me contacter.

Philippe ALEXIS