

## Vérification de l'assertion :

« Le mode par défaut utilisé par la plupart des ordinateurs de plongée correspond à un réglage en GF 90/90. ».

Auteur : Laurent Bardassier\*

Publié : le 10 janvier 2024

Versions :     10 janvier 2024 – version 1 originale  
                  16 janvier 2024 – ajout de l'ordinateur Scubapro Galileo G2

\* *contact : lbardassier@hotmail.com*

## Introduction

---

Ce document a pour but de vérifier l'assertion suivante : « **Le mode par défaut utilisé par la plupart des ordinateurs de plongée correspond à un réglage en GF 90/90.** »

Cette assertion est publiée par Alain Foret dans son étude « [Dive computers and no extra penalty for repetitive dives.](#) » [1], page 3

Par définition, une assertion est une « proposition que l'on avance et que l'on soutient comme vraie. »<sup>1</sup>

## Méthodes

---

Pour confirmer ou infirmer cette assertion, nous allons utiliser deux méthodes :

1. Vérifier les sources utilisées par l'auteur.
2. Vérifier si le réglage GF90/90 correspond effectivement à un ensemble de profils de plongée pour un ensemble d'ordinateurs.

---

<sup>1</sup> <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/assertion>

## Vérification des sources.

En point de départ de son étude, page 3, Alain Foret indique que les valeurs de comparaison retenues dans son étude (GF 90/90) sont issues de l'étude de l'étude « [On the reliability of dive computer generated run-times, Part I.](#) » [2] de 2021 publiée sur le réseau ResearchGate<sup>2</sup> qui démontre que la plupart des ordinateurs sont réglés par défaut par les fabricants avec ces valeurs. L'étude de 2021 est citée ici :

As far as the dive computer settings are concerned, for all the machines we used either the default mode (L0, MBL0, P0, R0, SF0, etc.), or GF 90/90 when the settings were manual. The fact that this default mode uses in most dive computers corresponds to GF 90/90 has been reported in 2021<sup>7</sup>. We checked this before continuing with the tests (see Dive 1, Table I). This enable a reliable comparison.

With regard to the duration and depth pair to be tested, the aim was to find values that would enable us to highlight any differences in the management of repetitive dives. We used the depth of 30 m, which had already been tested for some time by A. A. Bühlmann. For the duration, we used the historical US-Navy tables at 30 m : 30 min. As for the surface interval, 90 min seemed sufficient to allow a certain desaturation of the tissue-compartments, while requiring over-penalisation for repetitive dives.

To date, we have tested the computers listed in Table I. Although not exhaustive, this test is sufficiently significant to allow analysis and conclusions to be drawn.

In this way, all our tests can easily be verified by the same procedure.

### Results

Analysis of the results shows that several groups of computers can be distinguished :

- Those within + or - 3 min of the DCIEM results.
- Those who are well above the DCIEM and who are probably too conservative.
- Those well below the DCIEM.

7. Rosenblat, Miri & Vered, Nurit & Salm, Albi. (2021). On the reliability of dive computer generated run-times, Part I. 10.13140/RG.2.2.16260.65929.

<sup>2</sup> ResearchGate est un réseau social « scientifique » qui permet à tout un chacun de créer un compte gratuitement afin de publier tout document, étude, simple courrier, sans validation aucune par un ou des pairs.

Alain Foret y a publié une demi-douzaine de documents, lettre ouverte aux fabricants comme études sur la désaturation.

Toutefois, chacun étant donc libre de publier ce qu'il souhaite sur ce réseau, la qualité des publications est très variable. On y trouve ainsi des études loufoques comme celle-ci :

« [Optimization of Decompression Diving: A Comparative Analysis of Reduced vs. Traditional Decompression Stop Protocols.](#) » [3]

Cette étude montre que la réduction des paliers est bénéfique au bien-être du plongeur !!

Elle aurait aussi pu montrer qu'il vaut mieux réaliser les paliers obligatoires en début de plongée qu'en fin de plongée. Peut-être que les plongeurs auraient moins froid à la sortie de l'eau ...

En réalité, cette étude a été rédigée avec ChatGPT selon une idée de Jean-Marc Bourguet et publiée par moi-même sur ResearchGate début janvier 2024 sous le nom de Charle Anguille-Turbo.

Comme quoi, la publication d'un document sur un réseau dit « scientifique » n'est pas gage de qualité ou de rigueur

...

En réalité, cette étude compare les DTR calculées par le simulateur d'un ordinateur de plongée Scubapro Galileo 2, selon trois versions différentes de firmware.

Les auteurs montrent que les trois versions de firmware calculent un plan de remontée différent, que ce soit pour un profil Air ou un profil Trimix.

Les auteurs s'étonnent donc de ces différences, parfois importantes, et demandent au fabricant des éclaircissements et une meilleure transparence.

Pour paraphraser un célèbre auteur de livres sur l'enseignement de la plongée, « *c'est un fait scientifique indiscutable* » que, **à aucun moment dans cet article** cité en référence, **les auteurs ne traitent du sujet d'un réglage par défaut en GF 90/90 des ordinateurs de plongée.**

Il est donc particulièrement surprenant que Alain Foret utilise ce document pour définir une valeur de GF 90/90 comme point de référence pour la totalité de son étude.

Malgré ce premier point qui ôte, de fait, toute crédibilité à cette assertion, nous allons tout de même vérifier si un réglage GF 90/90 est applicable à différents profils de plongée avec différents ordinateurs.

## Vérification de l'application d'un GF 90/90 à un ensemble de profils et d'ordinateurs.

Dans son document, page 3, Alain Foret indique avoir vérifié que le GF 90/90 s'applique correctement à tous les ordinateurs de son panel, après l'avoir testé sur ... un seul profil : 30 mètres pour 30 minutes fond (incluant un temps de descente inconnu).

Toutefois, ce n'est pas du tout ce qu'indique sa Table I, page 4. Ainsi pour la première plongée :

Computers	Parameters	Dive 1	Dive 2
Suunto Vyper	RGBM	13	42
Aqualung i300C	ZH-L	24	41
Suunto D4i	RGBM	18	41
Suunto Favor	Spencer (US-Navy)	15	40
Scubapro A1	ZH-L16C ADT (L0)	17	39
Suunto Companion	Spencer (US-Navy)	14	39
Aqualung i100	ZH-L	20	38
Scubapro G2	ZH-L16C ADT (L0)	16	38
Scubapro Pro I	ZH-L6	14	38
Scubapro Luna 2	ZH-L16C ADT (L0)	16	37
Mares M1 RGBM	RGBM	13	36
Mares M1	Rogers Powel (USN)	11	36
Shearwater Peregrine	DCIEM	13	35
Scubapro Sol	ZH-L8 ADT (L0)	16	34
Scubapro Pro II	ZH-L8 ADT	16	34
Suunto Octopus 2	Spencer (USN)	12	34
Mares Guardian	RGBM	9	34
Scubapro HUD	ZH-L16C ADT (L0)	14	33
Suunto Alpha	Spencer (US-Navy)	13	33
Scubapro Pro Ultra	ZH-L16C ADT (L0)	15	32
Scubapro Square	ZH-L16C ADT (L0)	14	32
Scubapro Luna 2	ZH-L16C GF 90/90	13	26
OSTC OSTC 2	ZH-L16C GF 90/90	11	20
Shearwater Teric	ZH-L16C GF 90/90	13	17
Shearwater Peregrine	ZH-L16C GF 90/90	13	17
Scubapro HUD	ZH-L16C GF 90/90	11	16
Shearwater Petrel 3	ZH-L16C GF 90/90	11	16
Garmin MK2	ZH-L16C GF 90/90	11	15

TABLE I. Dive computers : Total duration stops (min). First dive of 30 min at 30 m with a surface interval of 90 min, followed by a second dive of 30 min at 30 m.

- Les ordinateurs du groupe I (cadre rouge), réglés par défaut avec des équivalents GF 90/90 comme l'affirme Alain Foret, calculent un volume de paliers qui varie de 9 à 24 minutes ! Soit un ratio de 2,67 entre l'ordinateur donnant le moins de palier et celui en donnant le plus.

- Tandis que les ordinateurs du groupe II (cadre bleu), réglés véritablement en GF 90/90, calculent un volume entre 11 et 13 minutes, valeur proche de la référence DCIEM choisie par l'auteur.

Rien que la lecture de ce tableau indique rapidement que, pour ce profil de plongée, **le réglage par défaut de deux tiers des ordinateurs du groupe I ne correspond pas à un réglage en GF 90/90.**

Pour autant, est-ce le cas pour tous les profils de plongée loisir ?

Pour ce faire, nous avons choisi 9 profondeurs entre 21 et 60m, et pour chaque profondeur, 4 durées d'immersion. Soit 36 profils de plongée, avec un seul gaz, l'air.

L'objectif consiste alors à :

- Calculer, pour un ensemble d'ordinateurs de plongée, les plans de remontée comportant un volume d'au moins 5 minutes de paliers obligatoires.
- Comparer le volume de palier de chaque profil et de chaque ordinateur avec celui obtenu par un simulateur de référence, réglé en GF 90/90.
- Déterminer une valeur équivalente de GF la plus proche du profil de remontée généré par les ordinateurs.

## Ordinateurs utilisés

---

Nous n'utiliserons que des ordinateurs utilisant des algorithmes du groupe 1, groupe qui présente des écarts de volume de paliers importants pour un même profil.

- Mares Quad, firmware v2.01. Le mode planificateur de cet ordinateur ne permet pas de connaître la vitesse de descente.
- Scubapro Galileo SOL, firmware 1.6, ASIC v1.0-1 et Galileo G2, firmware \*\*\*. Le mode planificateur de ces ordinateurs ne permet pas de connaître la vitesse de descente. La vitesse de remontée est variable selon la profondeur.
- Suunto, tout modèle, via le simulateur DM5, version Mac 1.5.4.510
  - Modèle RGBM : version Vyper, Vyper Air, Cobra, Cobra3, Zoop, D6, D9, D4i et D6i
  - Modèle Technical RGBM : HelO2 et D9tx
  - Fused et Fused 2 : D5, D9Tx, Eon Core et Steel

## Simulateurs de référence

---

- Subsurface, version Mac 5.0.10.
- Multideco, version Iphone 1.101

Ces simulateurs utilisent l'algorithme ZH-L 16C de Bühlmann modifié avec les Gradient Factor (GF). Le même algorithme utilisé par les ordinateurs du groupe 2.

## Profils de plongée

---

Les planificateurs utilisés étant souvent limités à des profondeurs multiples de 3, nous avons retenu 9 profils de profondeur entre 21 et 60 mètres : 21, 24, 30, 36, 39, 45, 51, 54, 60 mètres.

Chaque profil de profondeur est étudié avec 4 durées de temps fond.

Ces durées ont été volontairement choisies pour générer des paliers obligatoires, dont le volume global est d'au moins 5 minutes.

## Règles de convention et de paramétrage

- Le gaz utilisé est l'air ou 21% d'O<sub>2</sub>
- Les GF utilisés sont des GF jumeaux, pour lesquels GF Bas = GF Haut, parfaitement adaptés à la plongée à l'air. Dans la suite de ce document, nous utiliserons une notation simplifiée où GF xx correspond à un GF xx/xx. Par exemple : la notation GF 85 équivaut à GF 85/85.
- Le temps fond inclut le temps de descente.
- Selon les simulateurs, les durées de paliers sont arrondies à la minute sans connaître la règle utilisée par le développeur du simulateur. Pour d'autres, les durées sont calculées en minutes et secondes. Dans ce cas précis, nous avons fait le choix d'arrondir à la minute supérieure tout niveau de palier dont la fraction de secondes est supérieure à 10 secondes.
- Les modes de sécurisation sont réglés en valeur par défaut, soit P0 pour les ordinateurs Mares et Suunto, L0 pour Scubapro.
- Les paliers de sécurité ne sont pas intégrés à l'étude.

Lorsqu'ils sont modifiables, nous avons utilisé les paramètres suivants :

- Vitesse de descente : 20 mètres par minute
- Vitesse de remontée : 10 mètres par minute jusqu'à la surface
- Altitude : 0, niveau de la mer ou pression atmosphérique : 1013 millibars

## Calcul de l'engagement

La notion d'engagement permet de quantifier le niveau de risques d'ADD, selon la profondeur, le temps fond et le mélange respiré.

Plus l'engagement est important, plus le risque est important.

Le document « [Théorie générale unifiée de la décompression.](#) » [4] rédigé en 2009 par Bernard Gardette de la COMEX explique en détail cette notion :

L'engagement se calcule par une formule simple :  $E = P \cdot \sqrt{T}$

avec P, la profondeur en mètres et T, le temps fond (incluant la descente) en minutes

Engagement	Risque moyen ADD	Risque maximal ADD
<b>120</b>	0,01%	0,3%
<b>150</b>	0,03%	1%
<b>200</b>	0,10%	3%
<b>270</b>	0,30%	10%
<b>350</b>	1,00%	30%

Tableau 1 : Table des niveaux d'engagement

Pour chaque profil, nous calculons donc l'engagement et la tranche d'engagement à laquelle il se réfère.

## Validation des outils de référence

Pour chaque profil de profondeur et de temps, le volume de paliers obligatoires est calculé pour 7 couples de GF jumeaux entre GF 70/70 et GF 100/100.

Les résultats obtenus avec le simulateur Subsurface sous Mac sont comparés à ceux obtenus avec le simulateur Multideco sous Iphone.

				Subsurface							Multideco						
				ZH-L16 + GF							ZH-L16 + GF						
Prof	Tps fond	Engagement	Tranche Eng	GF 70	GF 75	GF 80	GF 85	GF 90	GF 95	GF 100	70/70	75/75	80/80	85/85	90/90	95/95	100/100
21m	45min	141	Entre 120 et 150	17min	13min	10min	7min	5min	3min	1min	16min	12min	10min	7min	5min	3min	2min
21m	50min	148	Entre 120 et 150	22min	18min	14min	11min	8min	5min	3min	22min	17min	14min	11min	9min	6min	4min
21m	55min	156	Entre 150 et 200	26min	22min	19min	15min	12min	9min	7min	27min	22min	18min	15min	12min	10min	7min
21m	60min	163	Entre 150 et 200	33min	27min	22min	19min	16min	13min	10min	33min	27min	22min	18min	15min	12min	10min
24m	35min	142	Entre 120 et 150	15min	11min	9min	7min	5min	3min	2min	15min	12min	9min	6min	4min	3min	2min
24m	40min	152	Entre 150 et 200	22min	18min	14min	11min	8min	6min	4min	22min	18min	14min	10min	8min	6min	4min
24m	45min	161	Entre 150 et 200	28min	24min	20min	16min	13min	10min	8min	29min	24min	21min	17min	12min	10min	7min
24m	50min	170	Entre 150 et 200	35min	29min	25min	22min	18min	14min	12min	35min	29min	25min	22min	19min	13min	11min
30m	25min	150	Entre 150 et 200	16min	13min	10min	7min	5min	4min	3min	15min	12min	10min	8min	5min	5min	4min
30m	30min	164	Entre 150 et 200	25min	21min	17min	14min	11min	8min	6min	25min	20min	16min	13min	11min	9min	7min
30m	35min	177	Entre 150 et 200	34min	29min	26min	22min	19min	15min	12min	33min	29min	25min	21min	18min	15min	12min
30m	40min	190	Entre 150 et 200	45min	39min	33min	29min	25min	22min	19min	44min	38min	32min	28min	25min	21min	18min
36m	20min	161	Entre 150 et 200	17min	14min	11min	9min	8min	6min	5min	18min	15min	11min	9min	7min	6min	5min
36m	25min	180	Entre 150 et 200	30min	25min	21min	17min	14min	12min	10min	30min	26min	21min	17min	14min	11min	10min
36m	30min	197	Entre 150 et 200	42min	36min	32min	28min	24min	21min	17min	42min	36min	32min	28min	24min	20min	17min
36m	35min	213	Entre 200 et 270	58min	50min	44min	38min	33min	29min	26min	57min	50min	43min	38min	33min	29min	26min
39m	20min	174	Entre 150 et 200	23min	18min	16min	13min	11min	9min	7min	22min	18min	15min	13min	10min	9min	7min
39m	25min	195	Entre 150 et 200	37min	32min	28min	24min	20min	17min	14min	37min	33min	27min	23min	20min	17min	14min
39m	30min	214	Entre 200 et 270	53min	47min	40min	35min	31min	28min	24min	53min	46min	40min	34min	30min	27min	23min
39m	35min	231	Entre 200 et 270	69min	61min	54min	48min	43min	38min	33min	68min	61min	54min	48min	44min	37min	32min
45m	15min	174	Entre 150 et 200	18min	15min	12min	10min	9min	7min	6min	19min	15min	13min	11min	8min	7min	5min
45m	20min	201	Entre 200 et 270	36min	30min	26min	22min	18min	15min	13min	36min	31min	27min	23min	18min	16min	14min
45m	25min	225	Entre 200 et 270	55min	48min	42min	37min	32min	28min	25min	55min	47min	41min	36min	32min	29min	25min
45m	30min	246	Entre 200 et 270	76min	67min	60min	53min	47min	42min	36min	74min	65min	59min	52min	46min	41min	36min
51m	15min	198	Entre 150 et 200	29min	23min	20min	17min	14min	11min	9min	28min	23min	19min	16min	14min	12min	10min
51m	20min	228	Entre 200 et 270	50min	42min	38min	33min	29min	26min	23min	50min	43min	38min	33min	29min	25min	22min
51m	25min	255	Entre 200 et 270	73min	65min	59min	52min	46min	41min	36min	74min	65min	58min	52min	46min	40min	35min
51m	30min	279	Entre 270 et 350	103min	91min	81min	71min	64min	58min	52min	101min	90min	81min	70min	64min	58min	52min
54m	10min	171	Entre 150 et 200	12min	10min	8min	7min	6min	5min	4min	13min	11min	9min	8min	7min	6min	5min
54m	15min	209	Entre 200 et 270	34min	29min	25min	19min	17min	14min	12min	33min	29min	24min	20min	17min	15min	13min
54m	20min	241	Entre 200 et 270	58min	51min	44min	39min	35min	31min	26min	59min	50min	43min	38min	34min	30min	27min
54m	25min	270	Entre 270 et 350	84min	75min	67min	60min	54min	48min	43min	84min	73min	67min	59min	53min	47min	42min
60m	10min	190	Entre 150 et 200	18min	15min	13min	11min	9min	8min	7min	19min	16min	13min	11min	9min	8min	7min
60m	15min	232	Entre 200 et 270	44min	38min	33min	29min	26min	22min	18min	44min	39min	34min	30min	26min	22min	19min
60m	20min	268	Entre 200 et 270	75min	65min	58min	52min	46min	40min	36min	73min	65min	58min	52min	45min	40min	36min
60m	25min	300	Entre 270 et 350	109min	98min	88min	78min	68min	62min	57min	108min	95min	86min	76min	68min	62min	56min

Tableau 2 : Volume de paliers de référence

On constate que les résultats sont quasiment identiques entre les deux simulateurs, les écarts étant liés aux règles de gestion des arrondis en minute.

Les écarts peuvent être de 1 minute quand les volumes de paliers sont faibles, jusqu'à 3 minutes pour des volumes de paliers proches de 100 minutes :

- 97% de résultats ont des écarts de +/-1 minute
- 3% de résultats ont des écarts de +2 minutes.

Au vu des résultats et pour des raisons d'ergonomie, le simulateur Subsurface est confirmé comme simulateur de référence.

## Calculs des volumes de paliers

Subsurface										MARES		SCUBAPRO				SUUNTO sans DS						SUUNTO avec DS						
2H L16 + GF										RGM		2H L8 ADT MB PMG 2H L16 ADT MB PMG				RGM Tech RGM Fused RGM 2						RGM Tech RGM Fused RGM 2						
Prof	Tps fond	Engagement	Tranche Eng	GF 70	GF 75	GF 80	GF 85	GF 90	GF 95	GF 100	PO	Eq GF	LO	Eq GF	LO	Eq GF	PO	Eq GF	PO	Eq GF	PO	Eq GF	PO	Eq GF	PO	Eq GF	PO	Eq GF
21m	45min	141	Entre 120 et 150	17min	13min	10min	7min	5min	3min	1min	10min	80	11min	78	9min	81	9min	81	8min	82	6min	88	10min	80	9min	81	7min	85
21m	50min	148	Entre 120 et 150	22min	18min	14min	11min	8min	5min	3min	18min	75	17min	77	16min	78	16min	78	15min	79	10min	87	17min	77	16min	78	10min	87
21m	55min	156	Entre 150 et 200	26min	22min	19min	15min	12min	9min	7min	26min	70	22min	75	21min	77	22min	75	20min	78	14min	87	23min	74	21min	77	15min	85
21m	60min	163	Entre 150 et 200	31min	27min	22min	19min	16min	13min	10min	31min	60	26min	76	26min	78	27min	75	24min	78	18min	86	28min	74	25min	77	18min	86
24m	35min	142	Entre 120 et 150	15min	11min	9min	7min	5min	3min	2min	8min	82	8min	82	7min	85	7min	85	7min	85	5min	90	8min	82	8min	82	5min	90
24m	40min	152	Entre 150 et 200	22min	18min	14min	11min	8min	6min	4min	15min	79	17min	76	15min	79	15min	79	14min	80	9min	88	16min	77	15min	79	10min	87
24m	45min	161	Entre 150 et 200	28min	24min	20min	16min	13min	10min	8min	26min	72	24min	75	22min	78	23min	76	21min	79	14min	89	24min	75	22min	78	15min	87
24m	50min	170	Entre 150 et 200	35min	29min	25min	22min	18min	14min	12min	35min	60	31min	73	28min	76	30min	74	27min	77	20min	87	30min	76	27min	77	20min	87
30m	25min	150	Entre 150 et 200	15min	13min	10min	7min	5min	4min	3min	8min	83	7min	85	7min	85	8min	84	8min	84	6min	88	9min	82	9min	82	6min	87
30m	30min	164	Entre 150 et 200	25min	21min	17min	14min	11min	8min	6min	16min	81	21min	75	19min	77	17min	80	15min	83	10min	92	18min	78	17min	80	11min	90
30m	35min	177	Entre 150 et 200	34min	29min	26min	22min	19min	15min	12min	30min	74	32min	72	29min	75	29min	75	25min	81	19min	90	31min	73	26min	80	21min	86
30m	40min	180	Entre 150 et 200	45min	39min	33min	29min	25min	22min	19min	44min	71	41min	73	39min	75	38min	76	34min	78	26min	89	41min	73	36min	77	27min	87
36m	20min	161	Entre 150 et 200	17min	14min	11min	9min	8min	6min	5min	10min	82	11min	80	10min	82	11min	80	10min	82	8min	90	12min	78	13min	77	9min	85
36m	25min	180	Entre 150 et 200	30min	25min	21min	17min	14min	12min	10min	22min	78	27min	73	25min	75	23min	78	19min	82	16min	86	25min	75	23min	77	17min	85
36m	30min	197	Entre 150 et 200	42min	36min	32min	28min	24min	21min	17min	40min	71	40min	71	38min	73	38min	73	33min	79	27min	86	40min	71	35min	76	29min	83
36m	35min	213	Entre 200 et 270	58min	50min	44min	38min	33min	29min	26min	55min	77	52min	74	55min	77	51min	74	43min	81	41min	82	52min	74	46min	78	41min	82
39m	20min	174	Entre 150 et 200	23min	18min	16min	13min	11min	9min	7min	15min	82	18min	75	18min	75	14min	83	15min	82	12min	87	16min	80	17min	78	13min	85
39m	25min	195	Entre 150 et 200	37min	32min	28min	24min	20min	17min	14min	33min	74	35min	72	35min	72	33min	74	28min	80	25min	84	34min	73	31min	77	26min	83
39m	30min	214	Entre 200 et 270	53min	47min	40min	35min	31min	28min	24min	50min	72	48min	74	52min	77	49min	73	41min	79	38min	82	49min	73	43min	78	38min	82
39m	35min	231	Entre 200 et 270	69min	61min	54min	48min	43min	38min	33min	65min	73	63min	74	70min	69	77min	66	61min	75	59min	76	83min	64	71min	69	59min	77
45m	15min	174	Entre 150 et 200	18min	15min	12min	10min	9min	7min	6min	11min	82	13min	82	13min	78	11min	82	12min	80	12min	80	14min	77	15min	75	13min	78
45m	20min	201	Entre 200 et 270	36min	30min	26min	22min	18min	15min	13min	29min	76	33min	73	33min	73	29min	77	25min	81	26min	80	34min	72	30min	75	26min	80
45m	25min	225	Entre 200 et 270	55min	48min	42min	37min	32min	28min	25min	51min	73	51min	73	55min	76	50min	74	42min	80	43min	79	52min	73	46min	77	43min	79
45m	30min	246	Entre 200 et 270	76min	67min	60min	53min	47min	42min	36min	69min	73	71min	72	76min	70	88min	66	70min	73	68min	74	96min	62	82min	67	68min	74
51m	15min	198	Entre 150 et 200	29min	23min	20min	17min	14min	11min	9min	21min	79	24min	74	27min	71	19min	81	18min	83	21min	78	25min	73	23min	75	21min	78
51m	20min	228	Entre 200 et 270	50min	42min	38min	33min	29min	26min	23min	47min	71	48min	72	51min	69	44min	74	37min	81	44min	74	49min	71	43min	74	44min	74
51m	25min	255	Entre 200 et 270	73min	65min	59min	52min	46min	41min	36min	69min	72	70min	72	77min	68	83min	61	61min	78	68min	73	95min	63	77min	63	68min	73
51m	30min	279	Entre 270 et 350	103min	91min	81min	71min	64min	58min	52min	91min	75	101min	71	101min	71	138min	58	116min	65	101min	71	147min	56	127min	61	101min	71
54m	10min	171	Entre 150 et 200	12min	10min	8min	7min	6min	5min	4min	9min	78	8min	80	7min	85	7min	85	8min	80	11min	74	10min	75	9min	78	12min	70
54m	15min	209	Entre 200 et 270	34min	29min	25min	19min	17min	14min	12min	26min	78	32min	72	34min	70	25min	80	22min	82	29min	75	32min	72	23min	81	29min	75
54m	20min	241	Entre 200 et 270	58min	51min	44min	39min	35min	31min	26min	55min	72	56min	71	61min	68	52min	74	44min	80	52min	74	58min	70	43min	81	52min	74
54m	25min	270	Entre 270 et 350	84min	75min	67min	60min	54min	48min	43min	77min	74	86min	70	86min	69	109min	61	86min	69	85min	69	118min	58	77min	74	85min	70
60m	10min	190	Entre 150 et 200	18min	15min	13min	11min	9min	8min	7min	14min	78	11min	85	18min	69	11min	85	12min	82	18min	70	16min	74	17min	72	18min	70
60m	15min	232	Entre 200 et 270	44min	38min	33min	29min	26min	22min	18min	43min	71	44min	70	48min	67	39min	74	44min	70	46min	68	45min	69	40min	73	46min	68
60m	20min	268	Entre 200 et 270	75min	65min	58min	52min	46min	40min	36min	69min	77	70min	73	82min	67	82min	73	57min	81	77min	69	98min	61	76min	67	77min	68
60m	25min	300	Entre 270 et 350	109min	98min	88min	78min	68min	62min	57min	141min	67	139min	60	112min	68	152min	58	123min	65	115min	68	164min	53	137min	63	115min	68
Moyenne GF											75		75		74		75		79		81		72		76		80	

Tableau 3 : Volume de paliers par ordinateur

Le détail de ce tableau est présenté en Annexe II pour plus de lisibilité.

Pour chaque profil de chaque ordinateur, nous avons calculé deux informations :

- Le volume de paliers, c'est-à-dire la somme des temps de tous les paliers quelle que soit leur profondeur
- La valeur « équivalent GF », c'est-à-dire le couple de GF jumeaux donnant le volume de paliers le plus proche du volume calculé par l'ordinateur.

A partir de ces deux éléments, nous avons affecté à chaque équivalent GF le code couleur de l'un des 7 profils le plus proche calculé par le simulateur de référence.

Le code couleur est donné par la règle suivante : couleur de l'équivalent GF = code couleur du profil GF du simulateur de référence le plus proche +-2.

Ainsi pour un équivalent GF de 78, le code couleur appliqué sera celui du profil GF 80. Pour un GF de 77, le code couleur sera celui du GF 75.

Le code couleur permet ainsi de lisser les règles d'arrondi utilisées par les différents simulateurs et d'avoir une vision synthétique des résultats.

Pour l'ordinateur Mares, les résultats sont strictement identiques avec les paliers profonds activés ou non activés.

Pour les ordinateurs Suunto, les résultats diffèrent selon que l'on active ou non les paliers profonds.



## Analyse des résultats

En première lecture du tableau 3, les codes couleur des équivalents GF permettent de constater qu'il existe très peu de profils ayant un volume de paliers correspondant à un réglage GF 90/90 (en jaune).

Ainsi, nous pouvons constater que :

- L'ordinateur Mares et son algorithme RGBM a des équivalents GF entre 75 et 80. Alain Foret fait référence dans son étude à deux modèles utilisant cet algorithme : M1 et Guardian.
- L'ordinateur Scubapro a des équivalents GF très proches de 80.
- Les équivalents GF des Suunto dépendent du type d'algorithme et de l'activation ou non des deep stop. Les Suunto Vyper et D4I utilisés par Alain Foret utilisent un algorithme RGBM, dont les équivalents GF sont proches d'un GF 75.

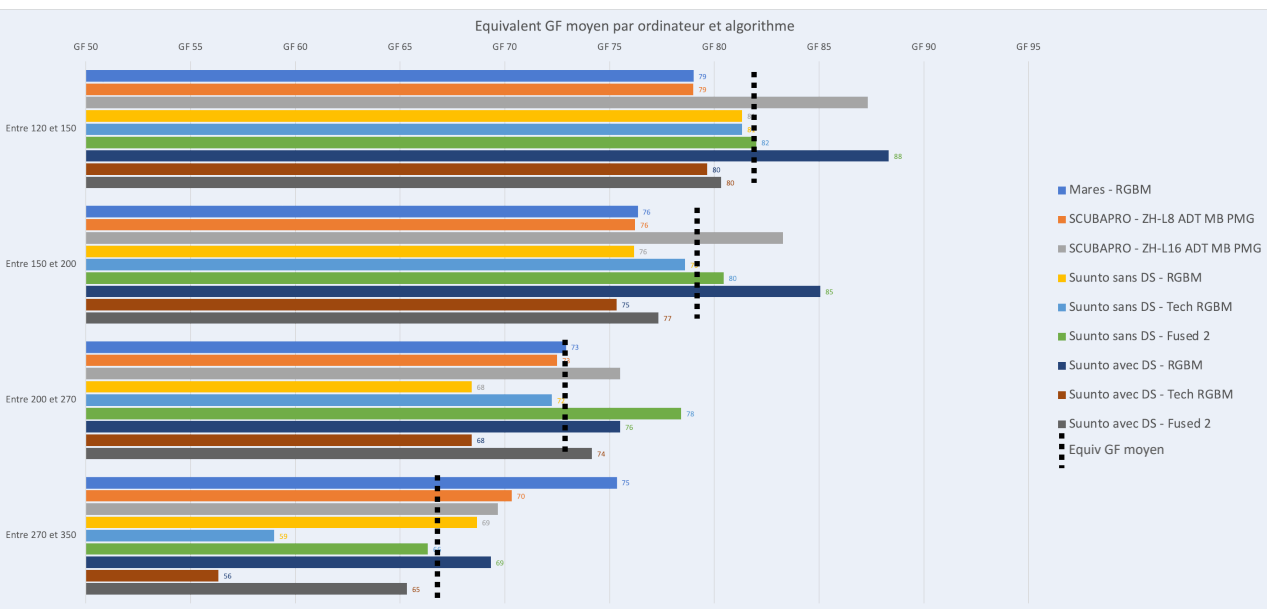
Seuls les ordinateurs Suunto avec algorithme Fused 2, c'est-à-dire les ordinateurs de type Eon Core et Steel ou D5, ont 15% de leurs profils proches d'un GF 90. Or ces ordinateurs ne font pas partie de la liste retenue par Alain Foret dans son document.

Détaillons maintenant l'analyse des profils

### Analyse des profils par tranche d'engagement

Tranche Engagement	Mares - RGBM	SCUBAPRO - ZH-L8 ADT MB PMG	SCUBAPRO - ZH-L16 ADT MB PMG	Suunto sans DS - RGBM	Suunto sans DS - Tech RGBM	Suunto sans DS - Fused 2	Suunto avec DS - RGBM	Suunto avec DS - Tech RGBM	Suunto avec DS - Fused 2
Entre 120 et 150	79	79	87	81	81	82	88	80	80
Entre 150 et 200	76	76	83	76	79	80	85	75	77
Entre 200 et 270	73	73	76	68	72	78	76	68	74
Entre 270 et 350	75	70	70	69	59	66	69	56	65

Tableau 4 : Équivalent GF par tranche d'engagement



Graphique 1 : Équivalent GF moyen par tranche d'engagement

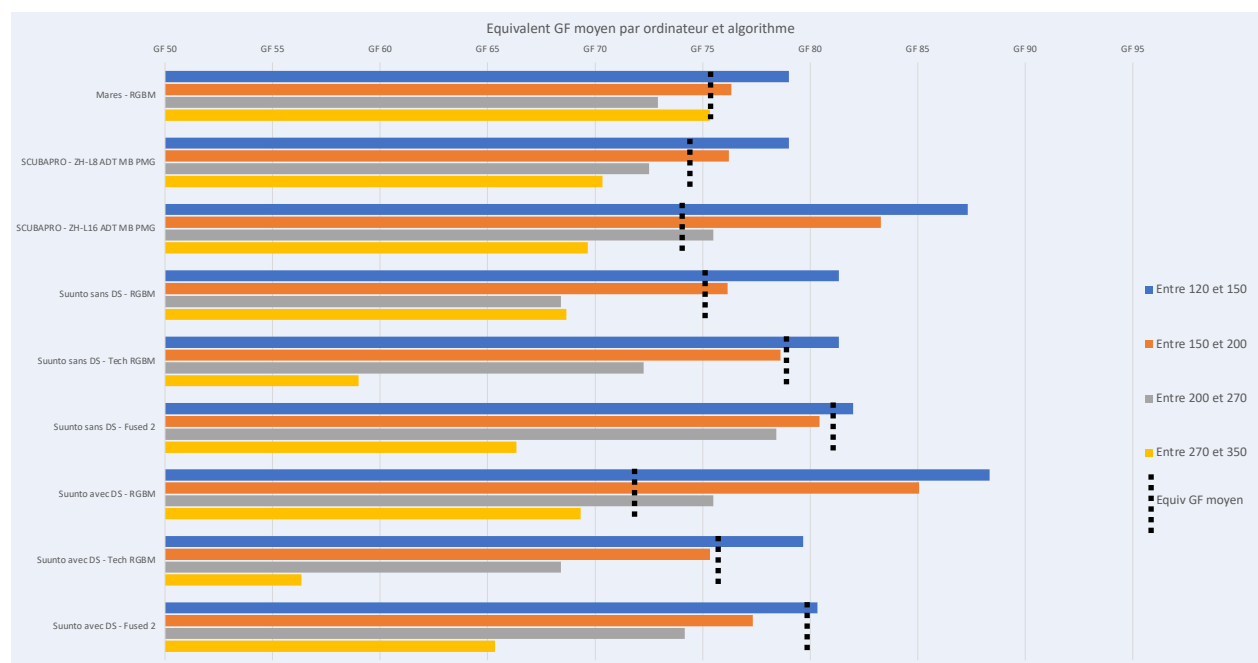
Ce graphique montre que plus l'engagement augmente, plus les fabricants sécurisent leurs ordinateurs, à une exception près, Mares, nous y reviendrons. Ainsi le GF moyen passe de 82 pour



la tranche de niveau d'engagement le plus faible à 66 pour la tranche de niveau d'engagement le plus fort.

L'équivalent GF moyen de toutes les mesures réalisées est égal à GF 76

## Analyse des profils par algorithme et ordinateur

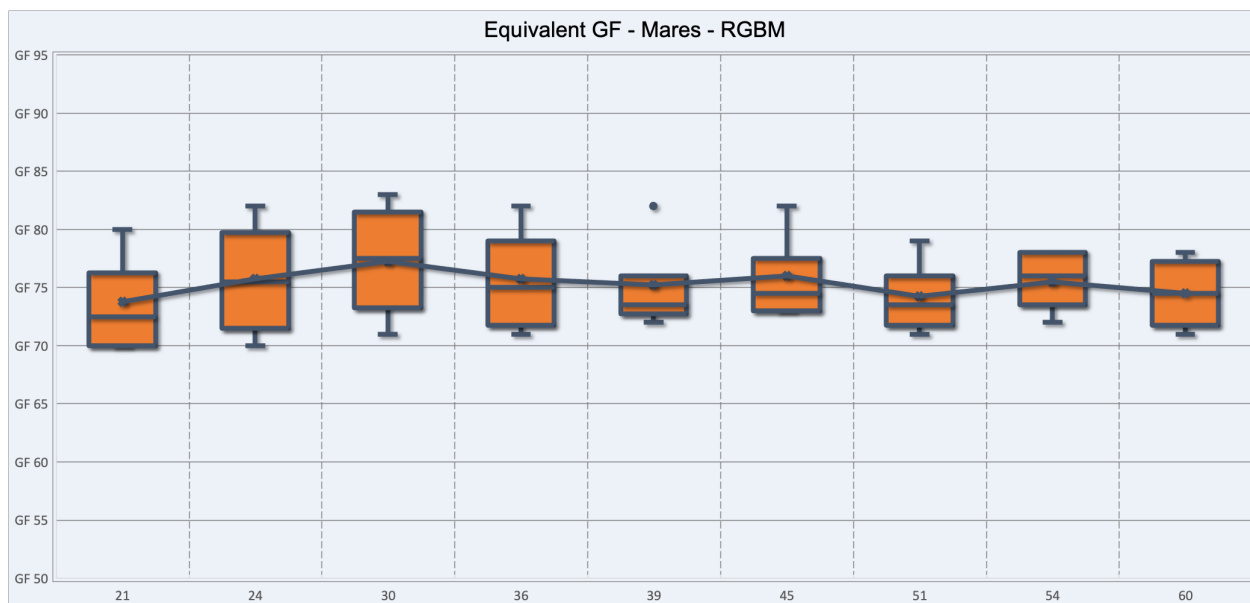


Graph 2 : Équivalent GF moyen par ordinateur et algorithme

Ce graphique montre que plus le niveau d'engagement est élevé, plus le niveau de sécurisation de chaque algorithme augmente. Le dernier niveau d'engagement, en jaune, est particulièrement sécurisé par les fabricants, sauf pour l'ordinateur Mares.

Particularités de l'ordinateur Mares : son simulateur n'est pas capable de fournir une DTR supérieure à 99 minutes. Dès lors, le résultat pour des engagements entre 270 et 350 est faussé, notamment sur le profil 60 mètres – 25 minutes, en noir dans le tableau des volumes de paliers (Tableau 3).

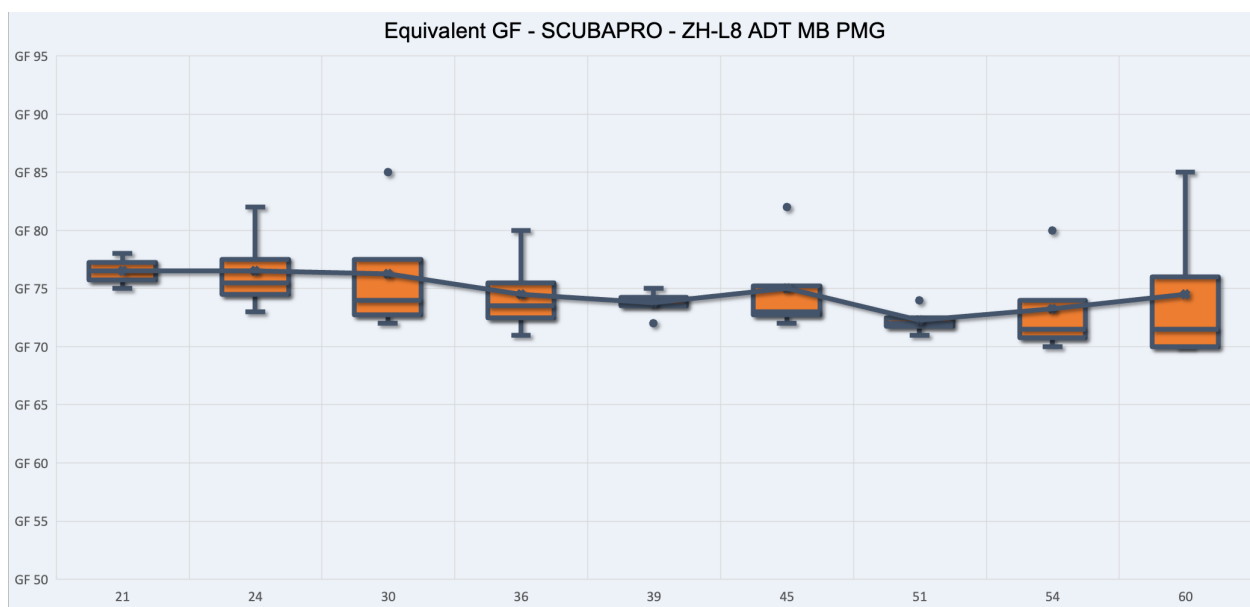
A savoir : Bernard Gardette indique dans son document « Théorie générale unifiée de la décompression » que le niveau d'engagement 270 est la limite de la plongée « sportive » à l'air.



Graphe 3 : Équivalent GF - Mares - RGBM

Ce graphique montre les équivalents GF obtenus pour chaque niveau de profondeur, avec l'équivalent GF moyen et les valeurs extrêmes.

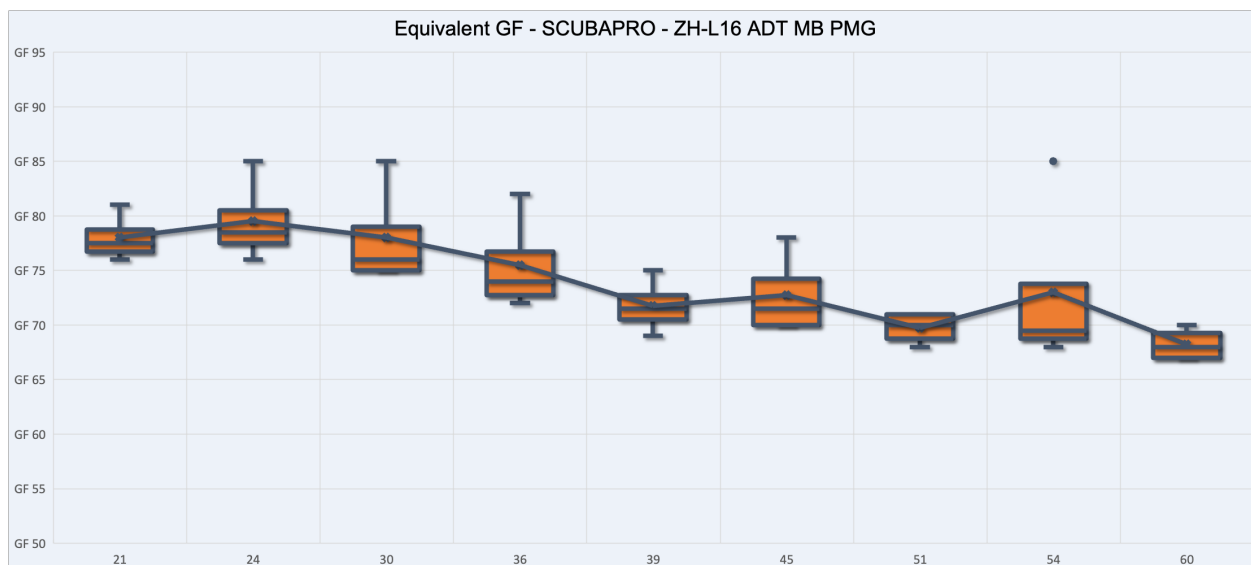
On constate ainsi que chez Mares RGBM, le niveau de sécurisation est constant quelles que soient les profondeurs, autour d'un équivalent GF 75. Les valeurs extrêmes de GF sont contenues entre 70 et 83



Graphe 4 : Équivalent GF - Scubapro - ZH-L8 ADT MB PMG

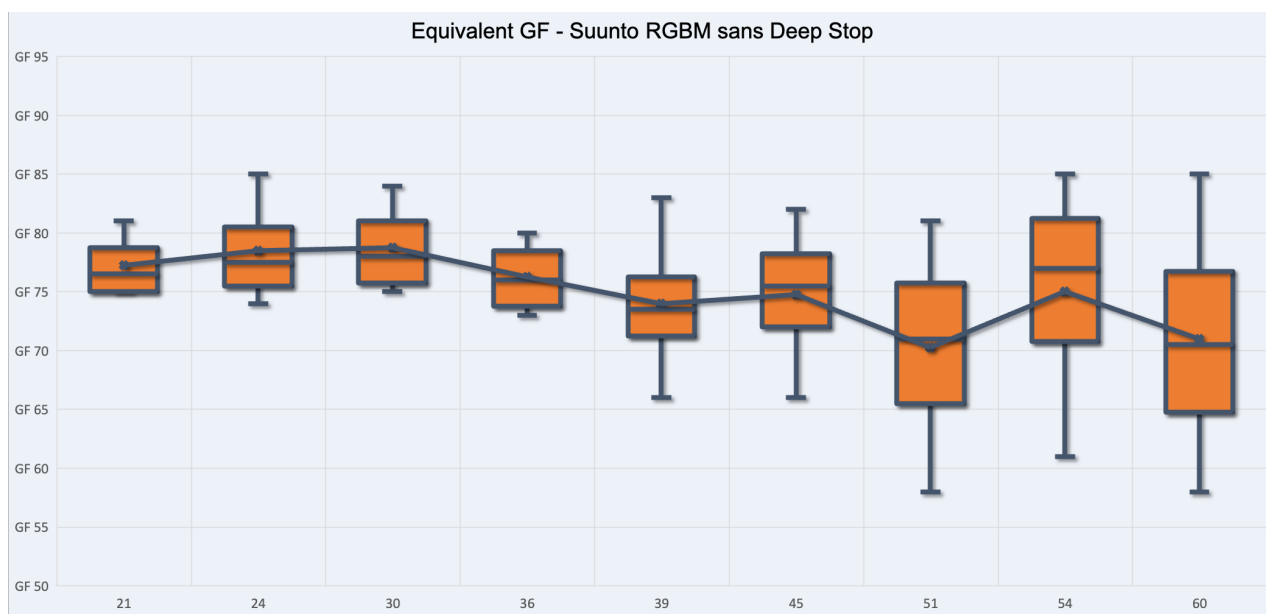
Avec l'algorithme ZH-L8 ADT MB PMG, Scubapro obtient des valeurs extrêmes d'équivalents GF assez éloignées : plus le niveau d'engagement pour une profondeur donnée est faible, plus le GF est élevé : GF max à 85. Plus le niveau augmente pour une profondeur donnée, plus l'algorithme est sécurisé avec un GF autour de 70. La courbe reste cependant assez linéaire quelle que soit la profondeur.

L'équivalent GF moyen chez Scubapro ZH-L8 est de GF 75.



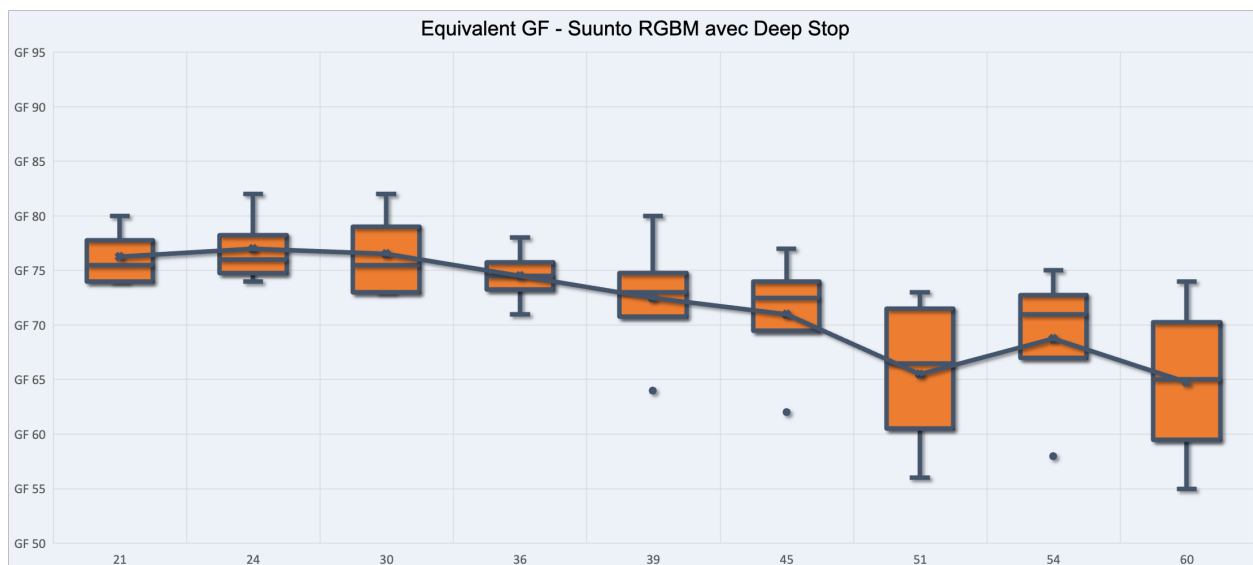
Graph 5 : Équivalent GF - Scubapro - ZH-L16 ADT MB PMG

Comme pour son algorithme cousin, l'algorithme ZH-L16 ADT MB PMG obtient des valeurs extrêmes d'équivalents GF assez éloignées : entre 67 et 85, selon le niveau d'engagement. Et nous remarquons que la sécurisation du GF est directement liée à l'augmentation de la profondeur, dès 40 mètres. L'équivalent GF moyen chez Scubapro ZH-L16 est de GF 74.



Graph 6 : Équivalent GF - Suunto RGBM sans Deep Stop

Avec l'algorithme RGBM sans deep stop de Suunto, le comportement est identique à celui du Scubapro, mais à une plus grande échelle : les valeurs extrêmes sont assez éloignées. Pour une profondeur donnée, quand le niveau d'engagement est faible, l'équivalent GF se situe autour de 83. Quand le niveau augmente fortement, alors l'équivalent GF tombe à 58. Mais là encore, l'équivalent GF moyen chez Suunto RGBM sans palier profond est de GF 75.

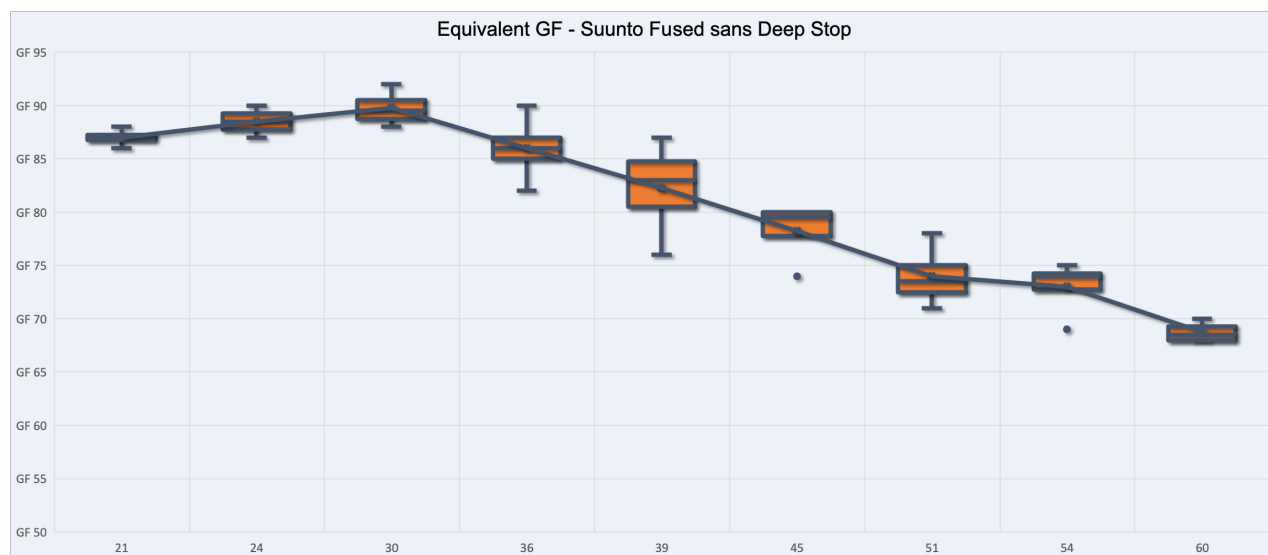


Graphe 7 : Équivalent GF - Suunto RGBM avec Deep Stop

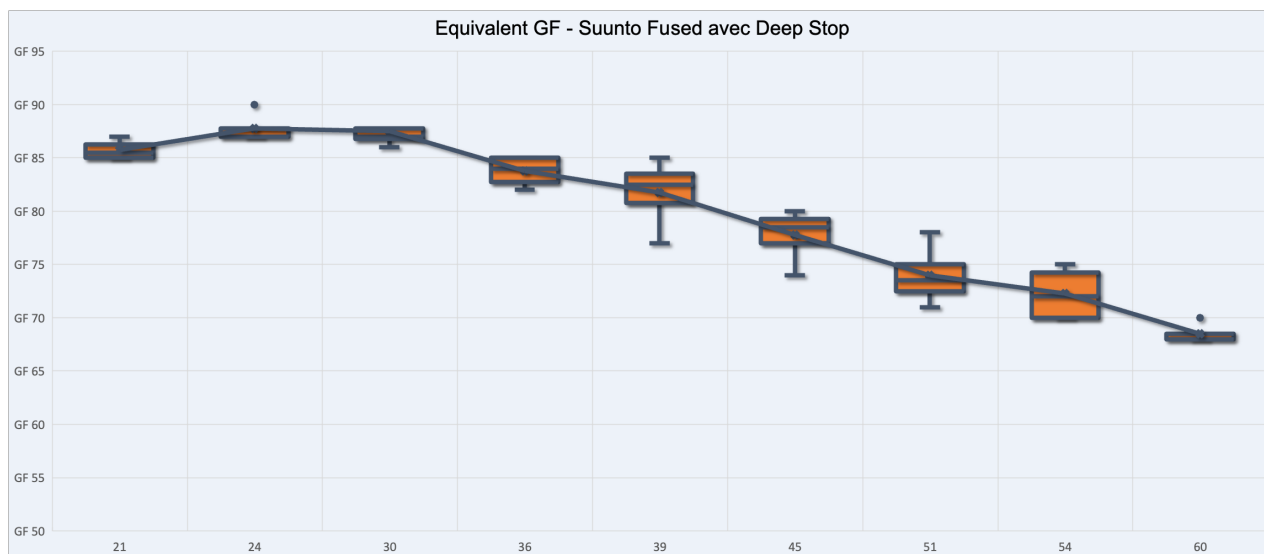
Ce comportement est encore plus marqué quand les paliers profonds sont activés : l'algorithme est sécurisé à tous les niveaux, les équivalents GF sont toujours inférieurs à ceux de l'algorithme sans palier profond. Quand le niveau d'engagement est très élevé, les équivalents GF s'effondrent autour de 55.

L'équivalent GF moyen chez Suunto RGBM avec palier profond est de GF 72.

Les graphes de l'algorithme Suunto Tech ne sont pas présentés. Cet algorithme est obsolète et remplacé par la version Fused.



Graphe 8 : Équivalent GF - Suunto Fused 2 sans Deep Stop



Graph 9: Équivalent GF - Suunto Fused 2 avec Deep Stop

Aucun ordinateur utilisant l'algorithme Fused 2 n'a été testé par Alain Foret.

Il est toutefois intéressant de regarder le comportement de cet algorithme sur trois points :

1. La grande variabilité des valeurs d'équivalent GF dont les extrêmes se situent entre 68 pour le plus petit équivalent GF et 92 pour le plus grand. Avec ou sans palier profond, l'équivalent GF moyen est de 81 et 80 respectivement.
2. L'activation des paliers profonds augmente le niveau de sécurisation des équivalents GF. Ainsi pour tous les profils étudiés, l'équivalent GF avec paliers profonds est inférieur ou égal à l'équivalent GF sans palier profond. Cela veut dire que l'activation des paliers profonds augmente le volume final des paliers et donc, la durée totale de la remontée
3. Les deux courbes sont très proches en termes de profil avec une sécurisation totalement dépendante de la profondeur : au-delà de 50 mètres, les équivalents GF baissent drastiquement. C'est ce que nous avons constaté il y a bientôt 4 ans lors des premières analyses de cet algorithme :

<https://www.plongeur.com/forums/topic/66936-analyse-de-courbes-de-plong%C3%A9e-avec-le-nouvel-algorithme-suunto-fused-2/>

<https://www.plongeur.com/forums/topic/67380-episode-2-analyse-de-courbes-multi-niveaux-avec-le-nouvel-algorithme-suunto-fused-2/#comment-1342141>

Les limites ont déjà été données préalablement. Elles concernent :

- Les vitesses de descente des simulateurs intégrés aux ordinateurs Mares et Scubapro ne sont pas documentées publiquement. Ainsi, il est possible, et cela expliquerait notamment l'écart de temps sur le profil 30 mètres – 30 minutes de l'algorithme ZH-L8 avec les valeurs de Alain Foret, que le simulateur utilise une vitesse de descente infinie, positionnant le plongeur à la profondeur du fond dès la première seconde de plongée. Mais, comme nous ne connaissons pas plus la vitesse de descente utilisée par Alain Foret, difficile d'établir des conjectures sur l'écart de temps constaté.
- La vitesse de remontée du Scubapro est variable selon la profondeur. Par manque d'informations, nous ne savons pas quelle vitesse de remontée a été utilisée par Alain Foret. Toutefois, cette vitesse de remontée, qu'elle soit fixe ou variable autour de 10 mètres par minute, aura des effets faibles, de l'ordre de la minute, sur le volume de paliers.
- La règle de gestion des arrondis utilisées par les algorithmes implémentés dans les ordinateurs et simulateurs. Là encore, l'impact est faible, de l'ordre de la minute sur des profils loisir réalistes.
- Le choix de l'utilisation de simulateurs plutôt que de caissons hyperbares. C'est effectivement un choix de facilité, les profils de plongée sont simples (plongée carrée) et l'accès à des caissons pilotés par ordinateur, difficile. De plus, Alain Foret se réfère à des études réalisées sur simulateur pour justifier ses assertions. Alors pourquoi cette étude ne pourrait-elle pas utiliser des simulateurs ?

## Conclusion

---

A ce jour, il est impossible de décréter que « Le mode par défaut utilisé par la plupart des ordinateurs de plongée correspond à un réglage en GF 90/90. »

D'une part, parce que le document, sur lequel s'appuie Alain Foret pour décréter cela, n'évoque même pas ce sujet.

Se focaliser ensuite sur un seul profil (30 mètres / 30 minutes) comme le fait Alain Foret pour valider cette assertion est un non-sens.

Nous avons vu que, selon le profil de plongée, les ordinateurs réagissent différemment. L'analyse des différents profils montre que si un équivalent GF 90/90 peut être approché pour un profil donné, cet équivalent GF aura une valeur bien différente pour un autre profil. Quel que soit les ordinateurs et algorithmes étudiés, l'équivalent GF n'a atteint une valeur de 90/90 que pour 5% de la totalité des profils étudiés, l'équivalent GF moyen de chaque algorithme étant plutôt de 75/75, sauf pour l'algorithme Fused 2 autour de GF 80/80.

D'autre part, si le réglage par défaut à un équivalent GF 90/90 de la plupart des ordinateurs était une réalité, l'étude montre que chaque fabricant impose sa propre surcouche de sécurité quel que soit le profil étudié.

Comme le dit Alain Forêt, tous les algorithmes utilisés par les fabricants d'ordinateurs ont une base haldanienne, la plupart utilisant le modèle Bühlmann, qu'ils soient monophasiques (Haldane et dérivés) ou diphasiques (micro-bulles MB, RGBM et VPM). Mais chaque fabricant ajoute sa surcouche de sécurité : gestion des micro-noyaux et bulles pour RGBM, VPM, Scubapro MB ..., gestion de la sursaturation en azote pour les autres.

Ces surcouches de sécurité ne sont pas de simples ajustements de Gradient Factor en fonction d'une profondeur ou d'un temps, mais selon un algorithme bien plus complexe, gardés secrets (hors VPM, public) par les fabricants d'ordinateurs.

Or ces surcouches étant imposées (elles peuvent être modulées) au plongeur, elles doivent être prises en compte en tant que « réglage par défaut » pour établir des comparaisons viables.

Ainsi, écrire que tous les ordinateurs doivent être comparés à un réglage GF 90/90 parce que ce réglage est équivalent au mode par défaut implémenté par tous les fabricants généralistes (assertion invérifiable) selon un même modèle Bühlmann + GF (autre assertion invérifiable), c'est oublier (involontairement ?) que ces réglages par défaut comportent une surcouche de sécurité (non documentée) quand d'autres ordinateurs (fabricant « tek ») n'en ont pas (et c'est connu).

La comparaison des plans de remontée est alors faussée, et ce dès la première plongée ...



## Bibliographie

---

- [1] Foret, Alain & Frassetto, Eric. (2023). Dive computers and no extra penalty for repetitive dives.  
[https://www.researchgate.net/publication/376758406\\_Dive\\_computers\\_and\\_no\\_extra\\_penalty\\_for\\_repetitive\\_dives](https://www.researchgate.net/publication/376758406_Dive_computers_and_no_extra_penalty_for_repetitive_dives)
- [2] Rosenblatt, Miri & Vered, Nurit & Salm, Albi. (2021). On the reliability of dive computer generated run-times, Part I. 10.13140/RG.2.2.16260.65929.  
[https://www.researchgate.net/publication/353452581\\_On\\_the\\_reliability\\_of\\_dive\\_computer\\_generated\\_run-times\\_Part\\_I](https://www.researchgate.net/publication/353452581_On_the_reliability_of_dive_computer_generated_run-times_Part_I)
- [3] Anguille-Turbo, Charle H. & Threadfin, George. (2024). Optimization of Decompression Diving: A Comparative Analysis of Reduced vs. Traditional Decompression Stop Protocols.  
[https://www.researchgate.net/publication/377177863\\_Optimization\\_of-Decompression\\_Diving\\_A\\_Comparative\\_Analysis\\_of\\_Reduced\\_vs\\_Traditional-Decompression\\_Stop\\_Protocols](https://www.researchgate.net/publication/377177863_Optimization_of-Decompression_Diving_A_Comparative_Analysis_of_Reduced_vs_Traditional-Decompression_Stop_Protocols)
- [4] Gardette, Bernard (2009). Théorie générale unifiée de la décompression.  
[https://www.tekdiving-sciences.com/assets/documents/THEORIE\\_GENERALE\\_UNIFIEE\\_DE\\_LA\\_DECOMPRESSION.pdf](https://www.tekdiving-sciences.com/assets/documents/THEORIE_GENERALE_UNIFIEE_DE_LA_DECOMPRESSION.pdf)

## Remerciements

---

Merci à vous pour vos relectures et remarques pertinentes :

- Richard Fanget
- Régis Cazes
- Jean-Marc Bourguet.

Merci à vous le complément de données :

- Hugues Brun avec son ordinateur Scubapro G2.

## Annexe I : Volume de paliers de référence

				Subsurface							Multideco						
				ZH-L16 + GF							ZH-L16 + GF						
Prof	Tps fond	Engagement	Tranche Eng	GF 70	GF 75	GF 80	GF 85	GF 90	GF 95	GF 100	70/70	75/75	80/80	85/85	90/90	95/95	100/100
21m	45min	141	Entre 120 et 150	17min	13min	10min	7min	5min	3min	1min	16min	12min	10min	7min	5min	3min	2min
21m	50min	148	Entre 120 et 150	22min	18min	14min	11min	8min	5min	3min	22min	17min	14min	11min	9min	6min	4min
21m	55min	156	Entre 150 et 200	26min	22min	19min	15min	12min	9min	7min	27min	22min	18min	15min	12min	10min	7min
21m	60min	163	Entre 150 et 200	33min	27min	22min	19min	16min	13min	10min	33min	27min	22min	18min	15min	12min	10min
24m	35min	142	Entre 120 et 150	15min	11min	9min	7min	5min	3min	2min	15min	12min	9min	6min	4min	3min	2min
24m	40min	152	Entre 150 et 200	22min	18min	14min	11min	8min	6min	4min	22min	18min	14min	10min	8min	6min	4min
24m	45min	161	Entre 150 et 200	28min	24min	20min	16min	13min	10min	8min	29min	24min	21min	17min	12min	10min	7min
24m	50min	170	Entre 150 et 200	35min	29min	25min	22min	18min	14min	12min	35min	29min	25min	22min	19min	13min	11min
30m	25min	150	Entre 150 et 200	16min	13min	10min	7min	5min	4min	3min	15min	12min	10min	8min	5min	5min	4min
30m	30min	164	Entre 150 et 200	25min	21min	17min	14min	11min	8min	6min	25min	20min	16min	13min	11min	9min	7min
30m	35min	177	Entre 150 et 200	34min	29min	26min	22min	19min	15min	12min	33min	29min	25min	21min	18min	15min	12min
30m	40min	190	Entre 150 et 200	45min	39min	33min	29min	25min	22min	19min	44min	38min	32min	28min	25min	21min	18min
36m	20min	161	Entre 150 et 200	17min	14min	11min	9min	8min	6min	5min	18min	15min	11min	9min	7min	6min	5min
36m	25min	180	Entre 150 et 200	30min	25min	21min	17min	14min	12min	10min	30min	26min	21min	17min	14min	11min	10min
36m	30min	197	Entre 150 et 200	42min	36min	32min	28min	24min	21min	17min	42min	36min	32min	28min	24min	20min	17min
36m	35min	213	Entre 200 et 270	58min	50min	44min	38min	33min	29min	26min	57min	50min	43min	38min	33min	29min	26min
39m	20min	174	Entre 150 et 200	23min	18min	16min	13min	11min	9min	7min	22min	18min	15min	13min	10min	9min	7min
39m	25min	195	Entre 150 et 200	37min	32min	28min	24min	20min	17min	14min	37min	33min	27min	23min	20min	17min	14min
39m	30min	214	Entre 200 et 270	53min	47min	40min	35min	31min	28min	24min	53min	46min	40min	34min	30min	27min	23min
39m	35min	231	Entre 200 et 270	69min	61min	54min	48min	43min	38min	33min	68min	61min	54min	48min	44min	37min	32min
45m	15min	174	Entre 150 et 200	18min	15min	12min	10min	9min	7min	6min	19min	15min	13min	11min	8min	7min	5min
45m	20min	201	Entre 200 et 270	36min	30min	26min	22min	18min	15min	13min	36min	31min	27min	23min	18min	16min	14min
45m	25min	225	Entre 200 et 270	55min	48min	42min	37min	32min	28min	25min	55min	47min	41min	36min	32min	29min	25min
45m	30min	246	Entre 200 et 270	76min	67min	60min	53min	47min	42min	36min	74min	65min	59min	52min	46min	41min	36min
51m	15min	198	Entre 150 et 200	29min	23min	20min	17min	14min	11min	9min	28min	23min	19min	16min	14min	12min	10min
51m	20min	228	Entre 200 et 270	50min	42min	38min	33min	29min	26min	23min	50min	43min	38min	33min	29min	25min	22min
51m	25min	255	Entre 200 et 270	73min	65min	59min	52min	46min	41min	36min	74min	65min	58min	52min	46min	40min	35min
51m	30min	279	Entre 270 et 350	103min	91min	81min	71min	64min	58min	52min	101min	90min	81min	70min	64min	58min	52min
54m	10min	171	Entre 150 et 200	12min	10min	8min	7min	6min	5min	4min	13min	11min	9min	8min	7min	6min	5min
54m	15min	209	Entre 200 et 270	34min	29min	25min	19min	17min	14min	12min	33min	29min	24min	20min	17min	15min	13min
54m	20min	241	Entre 200 et 270	58min	51min	44min	39min	35min	31min	26min	59min	50min	43min	38min	34min	30min	27min
54m	25min	270	Entre 270 et 350	84min	75min	67min	60min	54min	48min	43min	84min	73min	67min	59min	53min	47min	42min
60m	10min	190	Entre 150 et 200	18min	15min	13min	11min	9min	8min	7min	19min	16min	13min	11min	9min	8min	7min
60m	15min	232	Entre 200 et 270	44min	38min	33min	29min	26min	22min	18min	44min	39min	34min	30min	26min	22min	19min
60m	20min	268	Entre 200 et 270	75min	65min	58min	52min	46min	40min	36min	73min	65min	58min	52min	45min	40min	36min
60m	25min	300	Entre 270 et 350	109min	98min	88min	78min	68min	62min	57min	108min	95min	86min	76min	68min	62min	56min

## Annexe II : Volume de paliers par ordinateur

### MARES QUAD

				Subsurface							MARES	
				ZH-L16 + GF							RGBM	
Prof	Tps fond	Engagement	Tranche Eng	GF 70	GF 75	GF 80	GF 85	GF 90	GF 95	GF 100	P0	Eq GF
21m	45min	141	Entre 120 et 150	17min	13min	10min	7min	5min	3min	1min	10min	80
21m	50min	148	Entre 120 et 150	22min	18min	14min	11min	8min	5min	3min	18min	75
21m	55min	156	Entre 150 et 200	26min	22min	19min	15min	12min	9min	7min	26min	70
21m	60min	163	Entre 150 et 200	33min	27min	22min	19min	16min	13min	10min	33min	70
24m	35min	142	Entre 120 et 150	15min	11min	9min	7min	5min	3min	2min	8min	82
24m	40min	152	Entre 150 et 200	22min	18min	14min	11min	8min	6min	4min	15min	79
24m	45min	161	Entre 150 et 200	28min	24min	20min	16min	13min	10min	8min	26min	72
24m	50min	170	Entre 150 et 200	35min	29min	25min	22min	18min	14min	12min	35min	70
30m	25min	150	Entre 150 et 200	16min	13min	10min	7min	5min	4min	3min	8min	83
30m	30min	164	Entre 150 et 200	25min	21min	17min	14min	11min	8min	6min	16min	81
30m	35min	177	Entre 150 et 200	34min	29min	26min	22min	19min	15min	12min	30min	74
30m	40min	190	Entre 150 et 200	45min	39min	33min	29min	25min	22min	19min	44min	71
36m	20min	161	Entre 150 et 200	17min	14min	11min	9min	8min	6min	5min	10min	82
36m	25min	180	Entre 150 et 200	30min	25min	21min	17min	14min	12min	10min	22min	78
36m	30min	197	Entre 150 et 200	42min	36min	32min	28min	24min	21min	17min	40min	71
36m	35min	213	Entre 200 et 270	58min	50min	44min	38min	33min	29min	26min	55min	72
39m	20min	174	Entre 150 et 200	23min	18min	16min	13min	11min	9min	7min	15min	82
39m	25min	195	Entre 150 et 200	37min	32min	28min	24min	20min	17min	14min	33min	74
39m	30min	214	Entre 200 et 270	53min	47min	40min	35min	31min	28min	24min	50min	72
39m	35min	231	Entre 200 et 270	69min	61min	54min	48min	43min	38min	33min	65min	73
45m	15min	174	Entre 150 et 200	18min	15min	12min	10min	9min	7min	6min	11min	82
45m	20min	201	Entre 200 et 270	36min	30min	26min	22min	18min	15min	13min	29min	76
45m	25min	225	Entre 200 et 270	55min	48min	42min	37min	32min	28min	25min	51min	73
45m	30min	246	Entre 200 et 270	76min	67min	60min	53min	47min	42min	36min	69min	73
51m	15min	198	Entre 150 et 200	29min	23min	20min	17min	14min	11min	9min	21min	79
51m	20min	228	Entre 200 et 270	50min	42min	38min	33min	29min	26min	23min	47min	71
51m	25min	255	Entre 200 et 270	73min	65min	59min	52min	46min	41min	36min	69min	72
51m	30min	279	Entre 270 et 350	103min	91min	81min	71min	64min	58min	52min	91min	75
54m	10min	171	Entre 150 et 200	12min	10min	8min	7min	6min	5min	4min	9min	78
54m	15min	209	Entre 200 et 270	34min	29min	25min	19min	17min	14min	12min	26min	78
54m	20min	241	Entre 200 et 270	58min	51min	44min	39min	35min	31min	26min	55min	72
54m	25min	270	Entre 270 et 350	84min	75min	67min	60min	54min	48min	43min	77min	74
60m	10min	190	Entre 150 et 200	18min	15min	13min	11min	9min	8min	7min	14min	78
60m	15min	232	Entre 200 et 270	44min	38min	33min	29min	26min	22min	18min	43min	71
60m	20min	268	Entre 200 et 270	75min	65min	58min	52min	46min	40min	36min	69min	72
60m	25min	300	Entre 270 et 350	109min	98min	88min	78min	68min	62min	57min	93min	77
				Moyenne GF								75

# SCUBAPRO GALILEO SOL et G2

				Subsurface							SCUBAPRO			
				ZH-L16 + GF							ZH-L8 ADT MB PMG		ZH-L16 ADT MB PMG	
Prof	Tps fond	Engagement	Tranche Eng	GF 70	GF 75	GF 80	GF 85	GF 90	GF 95	GF 100	L0	Eq GF	L0	Eq GF
21m	45min	141	Entre 120 et 150	17min	13min	10min	7min	5min	3min	1min	11min	78	9min	81
21m	50min	148	Entre 120 et 150	22min	18min	14min	11min	8min	5min	3min	17min	77	16min	78
21m	55min	156	Entre 150 et 200	26min	22min	19min	15min	12min	9min	7min	22min	75	21min	77
21m	60min	163	Entre 150 et 200	33min	27min	22min	19min	16min	13min	10min	26min	76	26min	76
24m	35min	142	Entre 120 et 150	15min	11min	9min	7min	5min	3min	2min	8min	82	7min	85
24m	40min	152	Entre 150 et 200	22min	18min	14min	11min	8min	6min	4min	17min	76	15min	79
24m	45min	161	Entre 150 et 200	28min	24min	20min	16min	13min	10min	8min	24min	75	22min	78
24m	50min	170	Entre 150 et 200	35min	29min	25min	22min	18min	14min	12min	31min	73	28min	76
30m	25min	150	Entre 150 et 200	16min	13min	10min	7min	5min	4min	3min	7min	85	7min	85
30m	30min	164	Entre 150 et 200	25min	21min	17min	14min	11min	8min	6min	21min	75	19min	77
30m	35min	177	Entre 150 et 200	34min	29min	26min	22min	19min	15min	12min	32min	72	29min	75
30m	40min	190	Entre 150 et 200	45min	39min	33min	29min	25min	22min	19min	41min	73	39min	75
36m	20min	161	Entre 150 et 200	17min	14min	11min	9min	8min	6min	5min	11min	80	10min	82
36m	25min	180	Entre 150 et 200	30min	25min	21min	17min	14min	12min	10min	27min	73	25min	75
36m	30min	197	Entre 150 et 200	42min	36min	32min	28min	24min	21min	17min	40min	71	38min	73
36m	35min	213	Entre 200 et 270	58min	50min	44min	38min	33min	29min	26min	52min	74	55min	72
39m	20min	174	Entre 150 et 200	23min	18min	16min	13min	11min	9min	7min	18min	75	18min	75
39m	25min	195	Entre 150 et 200	37min	32min	28min	24min	20min	17min	14min	35min	72	35min	72
39m	30min	214	Entre 200 et 270	53min	47min	40min	35min	31min	28min	24min	48min	74	52min	71
39m	35min	231	Entre 200 et 270	69min	61min	54min	48min	43min	38min	33min	63min	74	70min	69
45m	15min	174	Entre 150 et 200	18min	15min	12min	10min	9min	7min	6min	11min	82	13min	78
45m	20min	201	Entre 200 et 270	36min	30min	26min	22min	18min	15min	13min	33min	73	33min	73
45m	25min	225	Entre 200 et 270	55min	48min	42min	37min	32min	28min	25min	51min	73	55min	70
45m	30min	246	Entre 200 et 270	76min	67min	60min	53min	47min	42min	36min	71min	72	76min	70
51m	15min	198	Entre 150 et 200	29min	23min	20min	17min	14min	11min	9min	24min	74	27min	71
51m	20min	228	Entre 200 et 270	50min	42min	38min	33min	29min	26min	23min	48min	72	51min	69
51m	25min	255	Entre 200 et 270	73min	65min	59min	52min	46min	41min	36min	70min	72	77min	68
51m	30min	279	Entre 270 et 350	103min	91min	81min	71min	64min	58min	52min	101min	71	101min	71
54m	10min	171	Entre 150 et 200	12min	10min	8min	7min	6min	5min	4min	8min	80	7min	85
54m	15min	209	Entre 200 et 270	34min	29min	25min	19min	17min	14min	12min	32min	72	34min	70
54m	20min	241	Entre 200 et 270	58min	51min	44min	39min	35min	31min	26min	56min	71	61min	68
54m	25min	270	Entre 270 et 350	84min	75min	67min	60min	54min	48min	43min	84min	70	88min	69
60m	10min	190	Entre 150 et 200	18min	15min	13min	11min	9min	8min	7min	11min	85	18min	70
60m	15min	232	Entre 200 et 270	44min	38min	33min	29min	26min	22min	18min	44min	70	48min	67
60m	20min	268	Entre 200 et 270	75min	65min	58min	52min	46min	40min	36min	70min	73	82min	67
60m	25min	300	Entre 270 et 350	109min	98min	88min	78min	68min	62min	57min	109min	70	112min	69
Moyenne GF												75		74



# SUUNTO RGBM, RGBM TECH, FUSED 2

				Subsurface							SUUNTO sans DS						SUUNTO avec DS					
				ZH-L16 + GF							RGBM		Tech RGBM		Fused RGBM 2		RGBM		Tech RGBM		Fused RGBM 2	
Prof	Tps fond	Engagement	Tranche Eng	GF 70	GF 75	GF 80	GF 85	GF 90	GF 95	GF 100	P0	Eq GF	P0	Eq GF	P0	Eq GF	P0	Eq GF	P0	Eq GF	P0	Eq GF
21m	45min	141	Entre 120 et 150	17min	13min	10min	7min	5min	3min	1min	9min	81	8min	82	6min	88	10min	80	9min	81	7min	85
21m	50min	148	Entre 120 et 150	22min	18min	14min	11min	8min	5min	3min	16min	78	15min	79	10min	87	17min	77	16min	78	10min	87
21m	55min	156	Entre 150 et 200	26min	22min	19min	15min	12min	9min	7min	22min	75	20min	78	14min	87	23min	74	21min	77	15min	85
21m	60min	163	Entre 150 et 200	33min	27min	22min	19min	16min	13min	10min	27min	75	24min	78	18min	86	28min	74	25min	77	18min	86
24m	35min	142	Entre 120 et 150	15min	11min	9min	7min	5min	3min	2min	7min	85	7min	85	5min	90	8min	82	8min	82	5min	90
24m	40min	152	Entre 150 et 200	22min	18min	14min	11min	8min	6min	4min	15min	79	14min	80	9min	88	16min	77	15min	79	10min	87
24m	45min	161	Entre 150 et 200	28min	24min	20min	16min	13min	10min	8min	23min	76	21min	79	14min	89	24min	75	22min	78	15min	87
24m	50min	170	Entre 150 et 200	35min	29min	25min	22min	18min	14min	12min	30min	74	27min	77	20min	87	30min	74	27min	77	20min	87
30m	25min	150	Entre 150 et 200	16min	13min	10min	7min	5min	4min	3min	8min	84	8min	84	6min	88	9min	82	9min	82	6min	87
30m	30min	164	Entre 150 et 200	25min	21min	17min	14min	11min	8min	6min	17min	80	15min	83	10min	92	18min	78	17min	80	11min	90
30m	35min	177	Entre 150 et 200	34min	29min	26min	22min	19min	15min	12min	29min	75	25min	81	19min	90	31min	73	26min	80	21min	86
30m	40min	190	Entre 150 et 200	45min	39min	33min	29min	25min	22min	19min	38min	76	34min	78	26min	89	41min	73	36min	77	27min	87
36m	20min	161	Entre 150 et 200	17min	14min	11min	9min	8min	6min	5min	11min	80	10min	82	8min	90	12min	78	13min	77	9min	85
36m	25min	180	Entre 150 et 200	30min	25min	21min	17min	14min	12min	10min	23min	78	19min	82	16min	86	25min	75	23min	77	17min	85
36m	30min	197	Entre 150 et 200	42min	36min	32min	28min	24min	21min	17min	38min	73	33min	79	27min	86	40min	71	35min	76	29min	83
36m	35min	213	Entre 200 et 270	58min	50min	44min	38min	33min	29min	26min	51min	74	43min	81	41min	82	52min	74	46min	78	41min	82
39m	20min	174	Entre 150 et 200	23min	18min	16min	13min	11min	9min	7min	14min	83	15min	82	12min	87	16min	80	17min	78	13min	85
39m	25min	195	Entre 150 et 200	37min	32min	28min	24min	20min	17min	14min	33min	74	28min	80	25min	84	34min	73	31min	77	26min	83
39m	30min	214	Entre 200 et 270	53min	47min	40min	35min	31min	28min	24min	49min	73	41min	79	38min	82	49min	73	43min	78	38min	82
39m	35min	231	Entre 200 et 270	69min	61min	54min	48min	43min	38min	33min	77min	66	61min	75	59min	76	83min	64	71min	69	59min	77
45m	15min	174	Entre 150 et 200	18min	15min	12min	10min	9min	7min	6min	11min	82	12min	80	12min	80	14min	77	15min	75	13min	78
45m	20min	201	Entre 200 et 270	36min	30min	26min	22min	18min	15min	13min	29min	77	25min	81	26min	80	34min	72	30min	75	26min	80
45m	25min	225	Entre 200 et 270	55min	48min	42min	37min	32min	28min	25min	50min	74	42min	80	43min	79	52min	73	46min	77	43min	79
45m	30min	246	Entre 200 et 270	76min	67min	60min	53min	47min	42min	36min	88min	66	70min	73	68min	74	96min	62	82min	67	68min	74
51m	15min	198	Entre 150 et 200	29min	23min	20min	17min	14min	11min	9min	19min	81	18min	83	21min	78	25min	73	23min	75	21min	78
51m	20min	228	Entre 200 et 270	50min	42min	38min	33min	29min	26min	23min	44min	74	37min	81	44min	74	49min	71	43min	74	44min	74
51m	25min	255	Entre 200 et 270	73min	65min	59min	52min	46min	41min	36min	83min	68	61min	78	68min	73	95min	62	77min	68	68min	73
51m	30min	279	Entre 270 et 350	103min	91min	81min	71min	64min	58min	52min	138min	58	116min	65	101min	71	147min	56	127min	61	101min	71
54m	10min	171	Entre 150 et 200	12min	10min	8min	7min	6min	5min	4min	7min	85	8min	80	11min	74	10min	75	9min	78	12min	70
54m	15min	209	Entre 200 et 270	34min	29min	25min	19min	17min	14min	12min	25min	80	22min	82	29min	75	32min	72	23min	81	29min	75
54m	20min	241	Entre 200 et 270	58min	51min	44min	39min	35min	31min	26min	52min	74	44min	80	52min	74	58min	70	43min	81	52min	74
54m	25min	270	Entre 270 et 350	84min	75min	67min	60min	54min	48min	43min	109min	61	86min	69	85min	69	118min	58	77min	74	85min	70
60m	10min	190	Entre 150 et 200	18min	15min	13min	11min	9min	8min	7min	11min	85	12min	82	18min	70	16min	74	17min	72	18min	70
60m	15min	232	Entre 200 et 270	44min	38min	33min	29min	26min	22min	18min	39min	74	44min	70	46min	68	45min	69	40min	73	46min	68
60m	20min	268	Entre 200 et 270	75min	65min	58min	52min	46min	40min	36min	82min	67	57min	81	77min	69	98min	61	76min	69	77min	68
60m	25min	300	Entre 270 et 350	109min	98min	88min	78min	68min	62min	57min	152min	58	123min	65	115min	68	164min	55	137min	61	115min	68
Moyenne GF												75		79		81		72		76		80