

Utilisation des minuteurs systemd

CONTENU

De l'exécution d'un script de sauvegarde à intervalles réguliers au démarrage d'un processus spécifique dès le démarrage de la machine, de nombreuses tâches nécessitent une planification sur un système Linux. Les minuteurs systemd offrent un mécanisme flexible pour la planification et la gestion des travaux et des services.

MOTIF

Cet article entend fournir une présentation complète des minuteurs systemd couvrant la création, la maintenance, les tests, le dépannage et la migration à partir de cron.

EFFORT

La création d'un exemple de minuteur systemd prend 10 minutes. Comptez jusqu'à 30 minutes pour bien comprendre le fonctionnement des minuteurs systemd.

CONDITIONS REQUISES

- Connaissances de base de systemd.
- Privilèges root ou sudo. Pour utiliser des minuteurs systemd en tant qu'utilisateur ordinaire, reportez-vous d'abord à la [Section 7](#), « *Utilisation de minuteurs en tant qu'utilisateur standard* ».

Table des matières

- 1 Concept de minuteur systemd 3
- 2 Création d'un minuteur 3
- 3 Gestion des minuteurs 6
- 4 Types de minuteur 8
- 5 Test des entrées du calendrier 11
- 6 Notifications par message électronique en cas d'échec d'un minuteur 13
- 7 Utilisation de minuteurs en tant qu'utilisateur standard 15
- 8 Migration de cron vers des minuteurs systemd 16
- 9 Dépannage et FAQ 18
- 10 Informations supplémentaires 22
- 11 Mentions légales 22
- A GNU Free Documentation License 23

1 Concept de minuteur `systemd`

Les unités de minuteur `systemd` fournissent un mécanisme de planification des travaux sous Linux. L'heure d'exécution de ces travaux peut être basée sur l'heure et la date ou sur des événements.

Les unités de minuteur `systemd` sont identifiées par l'extension de nom de fichier `.timer`. Chaque fichier de minuteur nécessite un fichier de service correspondant qu'il contrôle. En d'autres termes, un fichier de minuteur active et gère le fichier de service correspondant. Les minuteurs `systemd` prennent en charge les fonctions suivantes :

- Les travaux planifiés à l'aide d'une unité de minuteur peuvent dépendre d'autres services `systemd`. Les unités de minuteur sont traitées comme des services `systemd` standard et peuvent donc être gérées avec `systemctl`.
- Les minuteurs peuvent fonctionner en temps réel (en étant déclenchés par des événements du calendrier) ou monotones (ils sont alors déclenchés après un délai spécifié qui s'est écoulé depuis un certain point de départ).
- Les unités de temps sont consignées dans le journal système, ce qui facilite leur surveillance et leur dépannage.
- Les minuteurs utilisent les services de gestion `systemd` centralisés.
- Si le système est éteint pendant la durée d'exécution prévue, le minuteur se réenclenche une fois que le système est de nouveau en cours d'exécution.

2 Création d'un minuteur

L'exemple suivant montre comment configurer un minuteur qui déclenche le script de shell `helloworld.sh` après l'heure de démarrage et recommence son exécution toutes les 24 heures par rapport à son heure d'activation. Il fonctionne également du lundi au vendredi à 10 h.

2.1 Exemple *Hello World*

1. Créez un fichier exécutable `/usr/local/bin/helloworld.sh` avec le contenu suivant :

```
#!/bin/sh
# This is bash program to display Hello World
echo " Hello World "
```

Il s'agit d'un fichier `.sh` exécutable contenant les commandes que vous souhaitez faire exécuter et gérer par `systemd`.

2. Créez le fichier `/etc/systemd/system/helloworld.service` avec le contenu suivant :

```
[Unit]
Description="Hello World script"

[Service]
ExecStart=/usr/local/bin/helloworld.sh
```

Il s'agit d'un fichier de service `systemd` qui indique quelle application `systemd` doit être exécutée.

3. Créez le fichier `/etc/systemd/system/helloworld.timer` avec le contenu suivant :

```
[Unit]
Description="Run helloworld.service 5min after boot and every 24 hours relative to
activation time"

[Timer]
OnBootSec=5min
OnUnitActiveSec=24h
OnCalendar=Mon..Fri *-** 10:00
Unit=helloworld.service

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Il s'agit du fichier de minuteur qui contrôle l'activation du fichier de service respectif.

4. Vérifiez que les fichiers que vous avez créés ci-dessus ne contiennent aucune erreur :

```
> systemd-analyze verify /etc/systemd/system/helloworld.*
```

Si la commande ne renvoie aucun résultat, les fichiers ont réussi la vérification.

5. Démarrez le minuteur :

```
> sudo systemctl start helloworld.timer
```

Active le minuteur pour la session en cours uniquement.

6. Activez le minuteur pour vous assurer qu'il est activé au démarrage :

```
> sudo systemctl enable helloworld.timer
```

2.2 L'exemple expliqué

EXEMPLE 1 : LE FICHIER DE SERVICE

```
[Unit]
Description="Hello World script" ❶

[Service]
ExecStart=/usr/local/bin/helloworld.sh ❷
```

❶ Brève description expliquant la fonction du fichier de service.

❷ L'application à exécuter.

Les sections `[Unit]` et `[Service]` représentent les sections minimales requises pour qu'un fichier de service fonctionne. Les fichiers de service `systemd` contiennent normalement une section `[Install]` qui détermine une ou plusieurs cibles pour un service à charger. Cette section n'est pas requise dans les fichiers de service pour les minuteurs, étant donné que ces informations sont fournies avec le fichier de minuteur. Pour une configuration avancée, reportez-vous à la documentation [Gestion des `systemd` cibles avec `systemctl`](https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-managing-systemd-targets-systemctl/reference-systemctl-managing-targets.html) (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-managing-systemd-targets-systemctl/reference-systemctl-managing-targets.html>) ❸.

EXEMPLE 2 : LE FICHIER DE MINUTEUR

```
[Unit]
Description="Run helloworld.service 5min after boot and every 24 hours relative to
activation time" ❶

[Timer]
OnBootSec=5min ❷
OnUnitActiveSec=24h ❸
OnCalendar=Mon..Fri *-*- * 10:00 ❹
Unit=helloworld.service ❺
```

[Install]

WantedBy=multi-user.target ⑥

- ① Brève description expliquant à quoi sert le fichier de minuteur.
- ② Spécifie un minuteur qui déclenche le service cinq minutes après le démarrage du système. Pour plus de détails, reportez-vous à la section *Minuteurs monotones*.
- ③ Spécifie un minuteur qui déclenche le service 24 heures après son activation (autrement dit, le minuteur déclenche le service une fois par jour). Pour plus de détails, reportez-vous à la section *Minuteur en temps réel*.
- ④ Spécifie un minuteur qui déclenche le service à des moments fixes (dans cet exemple, du lundi au vendredi à 10 heures). Pour plus de détails, reportez-vous à la section *Minuteur en temps réel*.
- ⑤ Fichier de service à exécuter.
- ⑥ Cible `systemd` dans laquelle le minuteur est activé. Pour plus d'informations sur les cibles `systemd`, reportez-vous à la documentation *Gestion des `systemd` cibles avec `systemctl`* (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-managing-systemd-targets-systemctl/reference-systemctl-managing-targets.html>) ↗.

3 Gestion des minuteurs

Vous pouvez gérer les minuteurs à l'aide de la commande `systemctl`.

Démarrage et arrêt des minuteurs

```
> sudo systemctl start TIMER.timer
> sudo systemctl restart TIMER.timer
> sudo systemctl stop TIMER.timer
```

Activation et désactivation des minuteurs

```
> sudo systemctl enable TIMER.timer
> sudo systemctl disable TIMER.timer
```

Affichage du contenu du fichier de minuteur

```
> sudo systemctl cat TIMER.timer
```

Vérification d'un minuteur spécifique

```
> sudo systemctl status TIMER.timer
```

EXEMPLE 3 : ÉTAT DU MINUTEUR

```
> sudo systemctl status helloworld.timer
● helloworld.timer - "Run helloworld.service 5min after boot and every 24 hours
relative to activation time" ❶
Loaded: loaded (/etc/systemd/system/helloworld.timer; disabled; vendor preset:
disabled) ❷
Active: active (waiting) since Tue 2022-10-26 18:35:41 CEST; 6s ago ❸
Trigger: Wed 2022-10-27 18:35:41 CEST; 23h left ❹
Triggers: ● helloworld.service ❺ ❻
Oct 26 18:35:41 neo systemd[1]: Started "Run helloworld.service 5min after boot and
every 24 hours relative to activation time". ❼
```

- ❶ Nom et description du fichier du minuteur.
- ❷ Indique si un minuteur a bien été analysé et est conservé en mémoire (chargé), affiche le chemin d'accès complet au fichier du minuteur et indique si ce dernier est lancé au moment du démarrage (activé) ou non (désactivé). La première valeur indique la configuration actuelle du système, la seconde, la valeur prédéfinie du fournisseur.
- ❸ Indique si le minuteur est actif (en attente de déclenchement d'événements) ou inactif. S'il est actif, il affiche également le temps écoulé depuis la dernière activation (6 secondes dans cet exemple).
- ❹ Date et heure du prochain déclenchement du minuteur.
- ❺ Nom du fichier de service déclenché par le minuteur.
- ❻ Ligne facultative pointant vers la documentation (par exemple, pages de manuel). Si celle-ci n'est pas disponible, une ligne vide s'affiche (comme dans cet exemple).
- ❼ Dernière entrée de journal créée par le minuteur.

Pour lister tous les minuteurs disponibles sur le système, utilisez **`systemctl list-timers`**. Les options suivantes sont disponibles :

Répertorier tous les minuteurs actifs :

```
> sudo systemctl list-timers
```

Répertorier tous les minuteurs, y compris ceux qui sont inactifs :

```
> sudo systemctl list-timers --all
```

Répertorier tous les minuteurs correspondant à un modèle :

```
> sudo systemctl list-timers PATTERN> sudo systemctl list-timers --all PATTERN
```

PATTERN doit être un nom ou une expression globbing du shell. Les opérateurs `*`, `?` et `[]` peuvent être utilisés. Reportez-vous à la section [man 7 glob](#) pour plus d'informations sur les modèles globbing.

Répertorier les minuteurs correspondant à un état donné :

```
> sudo systemctl list-timers --state=STATE
```

STATE prend les valeurs suivantes : `active`, `failed`, `load`, `sub`. Pour plus de détails, reportez-vous à la [man systemctl](#).

EXEMPLE 4 : LISTE DES MINUTEURS

L'exécution d'une commande `systemctl list-timers` affiche les résultats dans un tableau similaire au suivant. Dans cet exemple, tous les minuteurs actifs correspondant au modèle `snapper*` sont répertoriés :

```
> sudo systemctl list-timers snapper*
NEXT ①                LEFT ②                LAST ③                PASSED ④
UNIT ⑤                ACTIVATES ⑥
-----
Tue 2022-10-26 19:00:00 CEST 39min left Tue 2022-10-26 18:00:29 CEST 19min ago
snapper-timeline.timer snapper-timeline.service
Wed 2022-10-27 08:33:04 CEST 14h left Tue 2022-10-26 08:33:04 CEST 9h ago
snapper-cleanup.timer  snapper-cleanup.service
```

- ① Heure de la prochaine exécution du minuteur.
- ② Temps restant avant la prochaine exécution du minuteur.
- ③ Heure de la dernière exécution du minuteur.
- ④ Temps écoulé depuis la dernière exécution du minuteur.
- ⑤ Nom de l'unité de minuteur.
- ⑥ Nom du service que le minuteur active.

4 Types de minuteur

`systemd` prend en charge deux types de minuteurs : en temps réel (basé sur le calendrier) et monotone (basé sur les événements). Bien que les minuteurs soient normalement permanents, `systemd` permet également de configurer des minuteurs transitoires qui ne sont valides que pour la session en cours.

Minuteur en temps réel

Les minuteurs en temps réel sont déclenchés par des événements du calendrier. Ils sont définis à l'aide de l'option `OnCalendar`.

Vous pouvez spécifier quand déclencher un événement en fonction de la date et de l'heure. Utilisez le modèle suivant :

```
OnCalendar=DayOfWeek ❶ Year-Month-Day ❷ Hour:Minute:Second ❸
```

- ❶ Jour de la semaine. Les valeurs possibles sont `Sun`, `Mon`, `Tue`, `Wed`, `Thu`, `Fri` et `Sat`. Pour ignorer un jour de la semaine, ne l'indiquez pas.
- ❷ Date. Spécifiez le mois et le jour avec deux chiffres, et l'année avec quatre chiffres. Chaque valeur peut être remplacée par le caractère joker `*` pour correspondre à chaque occurrence.
- ❸ Heure. Spécifiez chaque valeur à l'aide de deux chiffres. Chaque valeur peut être remplacée par le caractère joker `*` pour correspondre à chaque occurrence.

S'applique à toutes les valeurs : utilisez deux points pour définir une plage continue (`Mon..Fri`). Utilisez une virgule pour délimiter une liste de valeurs distinctes (`Mon,Wed,Fri`).

EXEMPLE 5 : EXEMPLES DE MINUTEURS EN TEMPS RÉEL

- 18 h tous les vendredis :

```
OnCalendar=Fri *-** 18:00:00
```

- 5 h tous les jours :

```
OnCalendar=Mon..Sun *-** 5:00:00
```

- 1 h et 3 h les dimanches et mardis :

```
OnCalendar=Tue,Sun *-** 01,03:00:00
```

- Date unique :

```
OnCalendar=Mo..Sun 2023-09-23 00:00:01
```

- Pour spécifier des déclencheurs à des moments différents, vous pouvez créer plusieurs entrées `OnCalendar` dans un seul fichier de minuteur :

```
OnCalendar=Mon..Fri *-** 10:00  
OnCalendar=Sat,Sun *-** 22:00
```

Pour obtenir une liste complète des fonctions et options disponibles, reportez-vous à la commande `man 7 systemd.time` qui donne des informations supplémentaires concernant les points suivants :

- Raccourcir la syntaxe et utiliser des abréviations
- Spécifier des répétitions
- Rechercher des jours spécifiques dans un mois (dernier jour du mois, dimanche dernier, etc.)
- Appliquer des fuseaux horaires

Minuteurs monotones

Les minuteurs monotones sont déclenchés un certain temps après un événement donné, par exemple, un événement de démarrage du système ou d'activation de l'unité système. Les valeurs sont définies en tant qu'unités de temps (minutes, heures, jours, mois, années, etc.). Les unités suivantes sont prises en charge : `usec`, `msec`, `seconds`, `minutes`, `hours`, `days`, `weeks`, `months` et `years`. Plusieurs options permettent de définir des minuteurs monotones :

- `OnActiveSec` : durée spécifiée après l'activation de l'unité

```
OnActiveSec=50minutes
```

- `OnBootSec` : durée spécifiée après le démarrage du système

```
OnBootSec=10hours
```

- `OnStartupSec` : durée spécifiée après le démarrage du gestionnaire de services. Pour les services système, cette valeur est pratiquement égale à `OnActiveSec`. Utilisez cette option pour les services utilisateur dans lesquels le gestionnaire de services est lancé lors de la connexion de l'utilisateur.

```
OnStartupSec=5minutes 20seconds
```

- `OnUnitActiveSec` : durée après la dernière activation du service correspondant

```
OnUnitActiveSec=10seconds
```

- `OnUnitInactiveSec` : durée après la dernière désactivation du service correspondant

```
OnUnitInactiveSec=2hours 15minutes 18 seconds
```

Minuteurs transitoires

Les minuteurs transitoires sont des minuteurs temporaires qui sont valides uniquement durant la session en cours. Ces minuteurs vous permettent d'utiliser un fichier de service existant ou de démarrer un programme directement. Les minuteurs transitoires sont invoqués en exécutant la commande **systemd-run**.

L'exemple suivant exécute l'unité `helloworld.service` toutes les deux heures :

```
> sudo systemd-run --on-active="2hours" --unit="helloworld.service"
```

Pour exécuter une commande directement, utilisez la syntaxe suivante. Dans cet exemple, le script `/usr/local/bin/helloworld.sh` est appelé directement :

```
> sudo systemd-run --on-active="2hours" /usr/local/bin/helloworld.sh
```

Si la commande accepte des paramètres, ajoutez-les en les séparant par une espace :

```
> sudo systemd-run --on-active="2hours" /usr/local/bin/helloworld.sh --  
language=pt_BR
```

Les minuteurs transitoires peuvent être monotones ou fonctionner en temps réel. Les paramètres suivants sont pris en charge et fonctionnent comme décrit à la section *Minuteurs monotones* :

- `--on-active`
- `--on-startup`
- `--on-unit-active`
- `--on-unit-inactive`
- `--on-calendar`

Pour plus d'informations, reportez-vous à la commande **man 1 systemd-run**.

5 Test des entrées du calendrier

`systemd` fournit un outil pour tester et créer des entrées de minuteur dans le calendrier pour les minuteurs en temps réel : **systemd-analyze calendar**. Il accepte le même argument que l'entrée `OnCalendar` requise pour configurer les minuteurs en temps réel.

Vous pouvez concaténer plusieurs arguments séparés par des espaces. Si la condition à tester est correcte, le résultat affiche l'heure du prochain déclenchement du minuteur (en heure locale et UTC). Il affiche également la chaîne dans sa forme normalisée (Normalized form) et il est recommandé d'utiliser cette chaîne dans le fichier du minuteur. Prenez en considération les exemples suivants :

```
> systemd-analyze calendar "Tue,Sun *-*-* 01,03:00:00"
Normalized form: Tue,Sun *-*-* 01,03:00:00
Next elapse: Sun 2021-10-31 01:00:00 CEST
(in UTC): Sat 2021-10-30 23:00:00 UTC
From now: 3 days left

> systemd-analyze calendar "Mon..Fri *-*-* 10:00" "Sat,Sun *-*-* 22:00"
Original form: Mon..Fri *-*-* 10:00
Normalized form: Mon..Fri *-*-* 10:00:00
Next elapse: Thu 2021-10-28 10:00:00 CEST
(in UTC): Thu 2021-10-28 08:00:00 UTC
From now: 19h left

Original form: Sat,Sun *-*-* 22:00
Normalized form: Sat,Sun *-*-* 22:00:00
Next elapse: Sat 2021-10-30 22:00:00 CEST
(in UTC): Sat 2021-10-30 20:00:00 UTC
From now: 3 days left
```

Pour les minuteurs récurrents, utilisez le paramètre `-iterations N` afin de répertorier les heures de déclenchement, puis vérifiez s'ils fonctionnent comme prévu. L'argument `N` spécifie le nombre d'itérations que vous souhaitez tester. L'exemple de chaîne suivant se déclenche toutes les 8 heures (à partir de 00:00:00) le dimanche :

```
> systemd-analyze calendar --iterations 5 "Sun *-*-* 0/08:00:00"
Original form: Sun *-*-* 0/08:00:00
Normalized form: Sun *-*-* 00/8:00:00
Next elapse: Sun 2021-10-31 00:00:00 CEST
(in UTC): Sat 2021-10-30 22:00:00 UTC
From now: 3 days left
Iter. #2: Sun 2021-10-31 08:00:00 CET
(in UTC): Sun 2021-10-31 07:00:00 UTC
From now: 3 days left
Iter. #3: Sun 2021-10-31 16:00:00 CET
(in UTC): Sun 2021-10-31 15:00:00 UTC
From now: 4 days left
Iter. #4: Sun 2021-11-07 00:00:00 CET
(in UTC): Sat 2021-11-06 23:00:00 UTC
From now: 1 week 3 days left
```

```
Iter. #5: Sun 2021-11-07 08:00:00 CET
(in UTC): Sun 2021-11-07 07:00:00 UTC
From now: 1 week 3 days left
```

6 Notifications par message électronique en cas d'échec d'un minuteur

`systemd` n'offre pas de fonction similaire à `MAILTO` de `cron`. La procédure ci-dessous décrit une solution de contournement pour activer les notifications par message électronique en cas d'échec d'un minuteur.

La procédure comporte les étapes suivantes :

1. Créez un script qui envoie un message électronique.
2. Créez un fichier de service `systemd` exécutant le script de messagerie.
3. Testez le fichier de service de messagerie.
4. À partir du service contrôlé par le minuteur, appelez le fichier de service de messagerie créé via `OnFailure`.

Dans l'exemple suivant, nous utilisons la commande `mailx` du paquet `mailx`. Le serveur de messagerie Postfix doit être installé et configuré correctement.

1. Créez le script `/usr/local/bin/send_systemd_email`.
 - a. Le script requiert deux paramètres : `$1`, l'adresse électronique et `$2`, le nom du fichier de service pour lequel la notification d'échec est reçue. Les deux paramètres sont fournis par le fichier d'unité qui exécute le script de messagerie.

```
#!/bin/sh
systemctl status --full "$2" | mailx -S sendwait\
-s "Service failure for $2" -r root@$HOSTNAME $1
```

- b. Assurez-vous que le script est exécutable :

```
> sudo chmod 755 /usr/local/bin/send_systemd_email
```

2. Créez le fichier `/etc/systemd/system/send_email_to_USER@.service`.

```
[Unit]
Description=Send systemd status information by email for %i to USER

[Service]
Type=oneshot
ExecStart=/usr/local/bin/send_systemd_email EMAIL_ADDRESS %i
User=root
Group=systemd-journal
```

Remplacez USER et EMAIL_ADDRESS dans le fichier par le nom de connexion et l'adresse électronique de l'utilisateur qui doit recevoir le courrier. %i est le nom du service qui a échoué (il est transmis au service de messagerie par le paramètre %n).

3. Vérifiez le fichier de service et corrigez les problèmes signalés :

```
> systemd-analyze verify /etc/systemd/system/send_email_to_USER@.service
```

Si la commande ne renvoie aucun résultat, le fichier a réussi la vérification.

4. Pour vérifier la procédure complète, démarrez le service à l'aide de l'instance dbus à des fins de test. (Vous pouvez utiliser tout autre service en cours d'exécution. dbus est employé dans cet exemple, car l'exécution du service est garantie sur n'importe quelle installation.)

```
> sudo systemctl start send_email_to_USER@dbus.service
```

En cas de réussite, EMAIL_ADDRESS reçoit un courrier électronique ayant comme objet Service failure for dbus et contenant les messages d'état dbus dans le corps. (Il s'agit simplement d'un test. Il n'y a aucun problème avec le service dbus. Vous pouvez supprimer le message en toute sécurité, aucune action n'est requise).

Si le message électronique de test a bien été envoyé, intégrez-le à votre fichier de service.

5. Pour ajouter une notification par message électronique au service, ajoutez une option OnFailure à la section Unit du fichier de service pour lequel vous souhaitez être averti en cas d'échec :

```
[Unit]
Description="Hello World script"
OnFailure①=send_email_to_USER②@%n③.service

[Service]
ExecStart=/usr/local/bin/helloworld.sh
```

- ① L'option OnFailure prend un service comme argument.

- ② Remplacez la partie du nom de fichier de l'unité de service par le nom de connexion.
- ③ Spécifie le nom du service (helloworld, dans cet exemple). Ce nom est disponible dans le fichier de service de messagerie en tant que %i.

Vous avez correctement configuré la notification d'échec pour les services systemd.



Astuce : envoi de notifications par message électronique à plusieurs utilisateurs

L'adresse électronique du destinataire est codée en dur dans le fichier de service de messagerie. Pour envoyer des messages de notification à un autre utilisateur, copiez le fichier de service de messagerie et remplacez le nom de connexion de l'utilisateur dans le nom de fichier et l'adresse électronique dans la copie.

Pour envoyer une notification d'échec à plusieurs destinataires simultanément, ajoutez les fichiers de service respectifs au fichier de service (utilisez des espaces comme séparateur) :

```
OnFailure=send_email_to_tux@%n.service send_email_to_wilber@%n.service
```

7 Utilisation de minuteurs en tant qu'utilisateur standard

Les minuteurs systemd peuvent également être utilisés par des utilisateurs standard. Ils vous aident à automatiser les tâches récurrentes telles que les sauvegardes, le traitement d'images ou le déplacement de données dans le cloud.

Les mêmes procédures et tâches que pour les minuteurs système sont valides. Toutefois, les différences suivantes doivent être prises en compte :

- Les fichiers de minuteur et de service doivent être placés dans ~/ .config/systemd/user/.
- Toutes les commandes **systemctl** et **journalctl** doivent être exécutées avec le paramètre - -user. La commande **systemd-analyze** ne nécessite *pas* cette option.

En tant qu'utilisateur standard, vous devez fournir le chemin d'accès aux fichiers d'unité, comme dans les exemples ci-dessous. Sinon, s'il existe un minuteur système portant le même nom, il sera exécuté ou répertorié dans la liste à la place.

```
> systemctl --user start ~/.config/systemd/user/helloworld.timer
> systemctl --user enable ~/.config/systemd/user/helloworld.timer
> systemctl --user list-timers
> journalctl --user -u helloworld.*
> systemd-analyze verify ~/.config/systemd/user/helloworld.timer
```

! Important : les minuteurs de l'utilisateur ne s'exécutent que pendant une session active

Comme pour les autres services `systemd` démarrés en tant qu'utilisateur standard, les minuteurs de l'utilisateur ne s'exécutent que lorsque l'utilisateur est connecté. Au lieu de cela, pour démarrer les minuteurs de l'utilisateur au moment du démarrage et les maintenir en exécution après la déconnexion, activez la fonction *lingering* pour chaque utilisateur concerné :

```
sudo loginctl enable-linger USER
```

Pour plus d'informations, reportez-vous à la commande **man 1 loginctl**.

! Important : les variables d'environnement ne sont pas héritées

L'instance utilisateur `systemd` n'hérite pas des variables d'environnement définies par des scripts tels que `~/.profile` ou `~/.bashrc`. Pour vérifier l'environnement `systemd`, exécutez **systemctl --user show-environment**.

Pour importer des variables manquantes dans l'environnement `systemd`, spécifiez la commande suivante à la fin de `~/.bashrc` :

```
systemctl --user import-environment VARIABLE1 VARIABLE2
```

8 Migration de cron vers des minuteurs systemd

Tous les travaux cron peuvent être migrés vers des minuteurs `systemd`. Vous trouverez des instructions et un exemple ici.

1. Créez un fichier de service exécutant le script. Pour plus de détails, reportez-vous à l'Exemple 1, « le fichier de service ».

2. Créez un fichier de minuteur exécutant le fichier de service. Pour des instructions générales, consultez l'[Exemple 2](#), « *le fichier de minuteur* ».

a. Convertissez les entrées du calendrier. L'heure est spécifiée différemment dans `cron` et `systemd`. Utilisez les modèles ci-dessous comme modèle de conversion :

```
Cron:           Minute Hour Day Month DayOfWeek
systemd: OnCalendar=DayOfWeek Year-Month-Day Hour:Minute:Second
```

Pour tester l'entrée de calendrier convertie, suivez les instructions de la [Section 5](#), « *Test des entrées du calendrier* ».

b. Convertissez les pseudonymes cron (`@NICK`) :

```
Cron      : systemd timer
-----  : -----
@reboot  : OnBootSec=1s
@yearly  : OnCalendar=*-01-01 00:00:00
@annually: OnCalendar=*-01-01 00:00:00
@monthly : OnCalendar=*-* -01 00:00:00
@weekly  : OnCalendar=Sun *-*-* 00:00:00
@daily   : OnCalendar=*-*-* 00:00:00
@hourly  : OnCalendar=*-*-* *:00:00
```

c. Convertissez les assignations de variables. L'assignation de variable `systemd` doit aller dans la section `[Service]`. Vous ne pouvez pas convertir `MAILTO` de cette manière. Pour ce faire, reportez-vous à l'étape suivante.

```
cron: VARIABLE=VALUE
systemd: Environment="VARIABLE=VALUE"
```

d. Configurez des notifications par message électronique pour remplacer la fonction `MAILTO` de cron en suivant les instructions de la [Section 6](#), « *Notifications par message électronique en cas d'échec d'un minuteur* ».

EXEMPLE 6 : MIGRATION DE CRON VERS LE MINUTEUR `systemd`

Voici les entrées crontab qui appellent le script `hello world.sh` 5 minutes après le démarrage ainsi qu'à 10 heures du lundi au vendredi :

```
@reboot sleep 300 && /usr/local/bin/helloworld.sh
0 10 * * * 1-5 /usr/local/bin/helloworld.sh
```

Le fichier de service `systemd` (`helloworld.service`) qui appelle le script ressemble à ceci :

```
[Unit]
Description="Hello World script"
[Service]
ExecStart=/usr/local/bin/helloworld.sh
```

Le fichier de minuteur (`helloworld.timer`) ressemble à ceci :

```
[Unit]
Description="Run helloworld.service 5min after boot and at 10am every Mon-Fri"
[Timer]
OnBootSec=5min
OnCalendar=Mon..Fri *-** 10:00
Unit=helloworld.service
[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

9 Dépannage et FAQ

Apprenez à déboguer et à résoudre les problèmes des minuteurs `systemd` en cas d'échec. Trouvez des réponses aux questions fréquemment posées sur les minuteurs `systemd`.

9.1 Évitement des erreurs

Pour éviter les erreurs avec les minuteurs `systemd`, veillez à respecter les meilleures pratiques suivantes :

- Vérifiez que l'exécutable que vous spécifiez dans le service avec `ExecStart` s'exécute correctement.
- Vérifiez la syntaxe des fichiers de service et de minuteur en exécutant `systemd-analyze verify FILE`.
- Vérifiez les heures d'exécution des entrées du calendrier en exécutant `systemd-analyze calendar CALENDER_ENTRY`.

9.2 Absence de déclenchement de l'événement

Lorsque vous activez un minuteur qui contient des erreurs non critiques, `systemd` les ignore en mode silencieux. Par exemple :

EXEMPLE 7 : EXTRAIT DU FICHIER DU MINUTEUR `systemd` CONTENANT UNE ERREUR NON FATALE

```
[Timer]
OnBootSec=5min
OnClendar=Mon..Fri 10:00
Unit=helloworld.service
```

La ligne 3 contient une erreur de syntaxe (`OnClendar` au lieu de `OnCalendar`). Étant donné que la section `[Timer]` contient une seconde entrée de minuteur (`OnBoot`), l'erreur n'est pas critique et est ignorée en mode silencieux. Par conséquent, le déclencheur du lundi au vendredi n'est pas exécuté. La seule façon de détecter l'erreur consiste à utiliser la commande `systemd-analyze verify` :

```
# systemd-analyze verify /etc/systemd/system/helloworld.timer
/etc/systemd/system/helloworld.timer:7: Unknown key name 'OnClendar' in section
'Timer', ignoring.
```

9.3 Vérification des erreurs dans le journal système

Comme pour tout service `systemd`, les événements et les actions déclenchés par des minuteurs sont consignés dans le journal système. Si un déclencheur ne se comporte pas comme prévu, vérifiez les messages du journal en entrant la commande `journalctl`. Pour filtrer les informations pertinentes dans le journal, utilisez le paramètre `-u` afin de spécifier les fichiers de service et les minuteurs `systemd`. Utilisez cette option pour afficher les entrées du journal du minuteur et le fichier de service correspondant :

```
sudo journalctl -u helloworld.timer -u helloworld.service
```

ou en version plus courte (le cas échéant) :

```
sudo journalctl -u helloworld.*
```

`journalctl` est un outil qui prend en charge de nombreux filtres et options. Reportez-vous à la commande `man 1 journalctl` pour plus d'informations. Les options suivantes sont utiles pour le dépannage des minuteurs :

- `-b` : affiche uniquement les entrées du démarrage actuel.
- `-S today` : affiche uniquement les entrées du jour.

- `-x` : affiche les textes d'aide avec l'entrée du journal.
- `-f` : commence par les entrées les plus récentes et imprime le journal en continu lorsque de nouvelles entrées sont ajoutées. Cette option est utile pour vérifier les déclencheurs qui se produisent à intervalles courts. Quittez en appuyant sur `Ctrl - C`.

9.4 Minuteur `systemd` : rattrapage des exécutions manquées

Si un minuteur `systemd` était inactif ou si le système était hors tension pendant le temps d'exécution prévu, les événements manqués peuvent éventuellement être déclenchés immédiatement lorsque le minuteur est réactivé. Pour activer cette fonction, ajoutez l'option de configuration `Persistent=true` à la section `[Timer]` :

```
[Timer]
OnCalendar=Mon..Fri 10:00
Persistent=true
Unit=helloworld.service
```

9.5 Comment migrer cron vers des minuteurs `systemd` ?

Tous les travaux cron peuvent être migrés vers des minuteurs `systemd`. Voici des instructions générales sur la migration d'une tâche cron :

1. Créez un fichier de service exécutant le script. Pour plus de détails, reportez-vous à l'*Exemple 1*, « le fichier de service ».
2. Créez un fichier de minuteur exécutant le fichier de service. Pour des instructions générales, consultez l'*Exemple 2*, « le fichier de minuteur ».
 - a. Convertissez les entrées du calendrier. L'heure est spécifiée différemment dans cron et `systemd`. Utilisez les modèles ci-dessous comme modèle de conversion :

```
Cron:           Minute Hour Day Month DayOfWeek
systemd: OnCalendar=DayOfWeek Year-Month-Day Hour:Minute:Second
```

Pour tester l'entrée de calendrier convertie, suivez les instructions de la *Section 5*, « Test des entrées du calendrier ».

- b. Convertissez les pseudonymes cron (`@NICK`) :

```
Cron           : systemd timer
```

```

----- : -----
@reboot : OnBootSec=1s
@yearly : OnCalendar=*-01-01 00:00:00
@annually: OnCalendar=*-01-01 00:00:00
@monthly : OnCalendar=*-*-01 00:00:00
@weekly  : OnCalendar=Sun *-*-* 00:00:00
@daily   : OnCalendar=*-*-* 00:00:00
@hourly  : OnCalendar=*-*-* *:00:00

```

- c. Convertissez les assignations de variables. L'assignation de variable `systemd` doit aller dans la section `[Service]`. Vous ne pouvez pas convertir `MAILTO` de cette manière. Pour ce faire, reportez-vous à l'étape suivante.

```

cron: VARIABLE=VALUE
systemd: Environment="VARIABLE=VALUE"

```

- d. Configurez des notifications par message électronique pour remplacer la fonction `MAILTO` de `cron` en suivant les instructions de la [Section 6, « Notifications par message électronique en cas d'échec d'un minuteur »](#).

EXEMPLE 8 : MIGRATION DE CRON VERS LE MINUTEUR `systemd`

Voici les entrées `crontab` qui appellent le script `helloworld.sh` 5 minutes après le démarrage ainsi qu'à 10 heures du lundi au vendredi :

```

@reboot sleep 300 && /usr/local/bin/helloworld.sh
0 10 * * * 1-5 /usr/local/bin/helloworld.sh

```

Le fichier de service `systemd` (`helloworld.service`) qui appelle le script ressemble à ceci :

```

[Unit]
Description="Hello World script"
[Service]
ExecStart=/usr/local/bin/helloworld.sh

```

Le fichier de minuteur (`helloworld.timer`) ressemble à ceci :

```

[Unit]
Description="Run helloworld.service 5min after boot and at 10am every Mon-Fri"
[Timer]
OnBootSec=5min
OnCalendar=Mon..Fri *-*-* 10:00
Unit=helloworld.service
[Install]

```

10 Informations supplémentaires

- Pour une référence complète sur les minuteurs `systemd`, y compris les options de configuration avancées (comme les retards ou la gestion des changements d'heure ou de fuseau horaire), reportez-vous aux explications de la commande `man 5 systemd.timer`.
- Concepts `systemd` de base (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/concept-systemd/concept-systemd.html>) ↗
- Démarrage et arrêt des services `systemd` (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-systemctl-start-stop-services/reference-systemctl-start-stop-services.html>) ↗
- Activation et désactivation des services `systemd` (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-systemctl-enable-disable-services/reference-systemctl-enable-disable-services.html>) ↗
- Débogage en cas d'échec des services `systemd` (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/task-debug-failed-systemd-services/index.html>) ↗
- Envoi de signaux de terminaison aux services `systemd` (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/task-send-termination-signals-systemd/task-send-termination-signals-systemd.html>) ↗

11 Mentions légales

Copyright © 2006–2025 SUSE LLC et contributeurs. Tous droits réservés.

Il est autorisé de copier, distribuer et/ou modifier ce document conformément aux conditions de la licence « GNU Free Documentation License » version 1.2 ou (à votre discrétion) 1.3, avec la section permanente qu'est cette mention de copyright et la licence. Une copie de la version de licence 1.2 est incluse dans la section intitulée « GNU Free Documentation License ».

Pour les marques commerciales SUSE, consultez le site Web <https://www.suse.com/company/legal/> ↗. Toutes les autres marques de fabricants tiers sont la propriété de leur détenteur respectif. Les symboles de marque (®, ™, etc.) désignent des marques de SUSE et de ses sociétés affiliées. Des astérisques (*) désignent des marques commerciales de fabricants tiers.

Toutes les informations de cet ouvrage ont été regroupées avec le plus grand soin. Cela ne garantit cependant pas sa complète exactitude. Ni SUSE LLC, ni les sociétés affiliées, ni les auteurs, ni les traducteurs ne peuvent être tenus responsables des erreurs possibles ou des conséquences qu'elles peuvent entraîner.

A GNU Free Documentation License

Copyright (C) 2000, 2001, 2002 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA. Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or non-commercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or non-commercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material

on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.

- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties--for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <https://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

```
Copyright (c) YEAR YOUR NAME.  
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document  
under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2  
or any later version published by the Free Software Foundation;  
with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.  
A copy of the license is included in the section entitled "GNU  
Free Documentation License".
```

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the “with...Texts.” line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.