

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 <code>systemd</code>	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 <code>systemd</code>	16
9	Dépannage et FAQ	18
10	Informations supplémentaires	22
11	Mentions légales	22
A	Licence de Documentation Libre GNU	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 la date/l'heure 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 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.

2. 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.

3. 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.

4. Démarrez le minuteur :

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

Active le minuteur pour la session en cours uniquement.

5. 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 section [Managing systemd targets with 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>) ❶.

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 ❻
```

- ❶ Brève description expliquant à quoi sert le fichier de minuteur.
- ❷ 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*.
- ❸ 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 au document *Managing systemd targets with systemctl* (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-managing-systemd-targets-systemctl/reference-systemctl-managing-targets.html>)⁷.

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" ①
Loaded: loaded (/etc/systemd/system/helloworld.timer; disabled; vendor preset:
disabled) ②
Active: active (waiting) since Tue 2022-10-26 18:35:41 CEST; 6s ago ③
```

```
Trigger: Wed 2022-10-27 18:35:41 CEST; 23h left ④
```

```
Triggers: ● helloworld.service ⑤
```

⑥

```
Oct 26 18:35:41 neo systemd[1]: Started "Run helloworld.service 5min after boot and every 24 hours relative to activation time". ⑦
```

- ① Nom et description du fichier du minuteur.
- ② Indique si un minuteur a pu être analysé et s'il est conservé en mémoire (chargé), affiche le chemin d'accès complet au fichier de minuteur et indique si le minuteur 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.
- ③ 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).
- ④ Date et heure du prochain déclenchement du minuteur.
- ⑤ Nom du fichier de service déclenché par le minuteur.
- ⑥ 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).
- ⑦ 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 --allPATTERN
```

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 section [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 ❶                LEFT ❷                LAST ❸                PASSED ❹
UNIT ❺                ACTIVATES ❻
-----
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
```

- ❶ Heure de la prochaine exécution du minuteur.
- ❷ Temps restant avant la prochaine exécution du minuteur.
- ❸ Heure de la dernière exécution du minuteur.
- ❹ Temps écoulé depuis la dernière exécution du minuteur.
- ❺ Nom de l'unité de minuteur.
- ❻ 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 monotones (basés 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. Indiquez le mois et le jour par deux chiffres et l'année par 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 la liste complète des fonctions et options disponibles, reportez-vous à la page **man 7 systemd.time** qui fournit des informations supplémentaires concernant les sujets 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 dans la rubrique *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 d'agenda 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 le terme à tester est correct, la sortie affiche le prochain déclenchement du minuteur (en heure locale et UTC). Elle affiche également la chaîne dans un format normalisé (Normalized form) et l'utilisation de cette chaîne dans le fichier du minuteur est recommandée. 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 l'adresse de connexion et l'adresse électronique de l'utilisateur qui doit recevoir le message électronique. %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"
OnFailure❶=send_email_to_USER❷@%n❸.service

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

- ❶ 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 du 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 se trouver à l'emplacement `~/.config/systemd/user/`.
- Toutes les commandes `systemctl` et `journalctl` doivent être exécutées avec le paramètre `--user`. `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. Toutefois, pour démarrer les minuteurs utilisateur au moment du démarrage et les faire fonctionner après la déconnexion, activez la fonction de persistance *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 dans `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=*-* * 00:00:00
```

- 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 `helloworld.sh` 5 minutes après le démarrage et 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 dépanner les minuteurs `systemd` qui ont échoué. 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 CALENDAR_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 chaque service systemd, les événements et les opérations 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 du journal, utilisez le paramètre -u pour spécifier les minuteurs et les fichiers de service systemd. Cette option permet d'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 nombreuses options et filtres. 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 continuellement le journal lorsque de nouvelles entrées sont ajoutées. Cette option est utile pour vérifier les déclencheurs qui se produisent à intervalles courts. Quittez avec `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 dans `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 et 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

```

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`.
- Basic `systemd` concepts (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/concept-systemd/concept-systemd.html>) ↗
- Starting and stopping `systemd` services (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-systemctl-start-stop-services/reference-systemctl-start-stop-services.html>) ↗
- Enabling and disabling `systemd` services (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/reference-systemctl-enable-disable-services/reference-systemctl-enable-disable-services.html>) ↗
- Debugging failed `systemd` services (<https://documentation.suse.com/smart/systems-management/html/task-debug-failed-systemd-services/index.html>) ↗
- Sending termination signals to `systemd` services (<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 de documentation libre GNU 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 « Licence de documentation libre GNU ».

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 commerciales 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 Licence de Documentation Libre GNU

Copyright (C) 2000, 2001, 2002 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA. Toute personne est autorisée à copier et distribuer des copies exactes de cette Licence, mais n'a pas le droit de les modifier.

0. PRÉAMBULE

La présente Licence entend rendre un manuel, un guide ou tout autre document utile et fonctionnel « libre » de tout droit afin de garantir que toute personne soit effectivement libre de le copier et de le redistribuer, avec ou sans modification, à des fins commerciales ou non. En second lieu, cette Licence conserve à l'auteur et à l'éditeur un moyen de bénéficier du crédit de son travail, sans être considéré comme responsable des modifications réalisées par des tiers.

La présente Licence est une sorte de « copyleft », ce qui signifie que les travaux dérivés du document doivent eux aussi offrir les mêmes libertés que l'original. Elle complète la Licence publique générale GNU, qui est une licence copyleft conçue pour les logiciels libres.

Nous avons conçu cette Licence afin qu'elle soit utilisée pour les manuels de logiciels libres. En effet, qui dit logiciel libre dit documentation libre : un programme proposé librement doit être accompagné de manuels offrant les mêmes libertés que le logiciel original. Mais cette Licence ne se limite pas aux manuels des logiciels ; elle peut s'utiliser pour tout travail sous forme de texte, quel qu'en soit le sujet et qu'il soit ou non publié sous forme d'ouvrage imprimé. Nous recommandons cette Licence principalement pour les travaux dont l'objectif est la formation ou devant servir de référence.

1. DOMAINE D'APPLICATION ET DÉFINITIONS

Cette licence s'applique à tout manuel ou à tout autre travail, sur tout support, contenant une notification placée par le propriétaire du copyright indiquant qu'il peut être distribué conformément aux termes de cette Licence. Cette notification accorde une licence internationale, libre de droits et de durée illimitée, d'utilisation de ce travail conformément aux conditions indiquées

par les présentes. Le « Document » fait référence à ce manuel ou à ce travail. Tout membre du public est un détenteur de licence, et est désigné par l'appellation « Vous ». Vous acceptez la licence si vous copiez, modifiez ou distribuez le travail d'une manière nécessitant une autorisation selon les lois relatives au droit d'auteur.

Une « Version Modifiée » du Document désigne un travail contenant le Document ou une partie du Document, soit mot pour mot, soit avec des modifications et/ou traduit dans une autre langue.

Une « Section Secondaire » est une annexe nommée ou une section liminaire du Document qui traite exclusivement de la relation des éditeurs ou des auteurs du Document au sujet global du Document (ou à des sujets associés) et ne contient rien qui pourrait relever directement de ce sujet global. (Ainsi, si le Document est une partie d'un manuel de mathématiques, une Section Secondaire ne peut rien expliquer des mathématiques.) La relation peut être une question de relation historique avec le sujet ou avec des questions associées, ou de nature légale, commerciale, philosophique, éthique ou politique les concernant.

Les « Sections Invariantes » sont des Sections secondaires dont les titres sont désignés, comme étant ceux de Sections Invariantes, dans la notification indiquant que le Document est publié dans le cadre de la présente Licence. Si une section ne correspond pas à la définition ci-dessus de Secondaire, elle ne peut pas être désignée en tant qu'Invariante. Le Document peut ne contenir aucune Section Invariante. Si le Document n'identifie aucune Section Invariante, il n'y en a aucune.

Les « Textes de Couverture » sont certains courts passages de Texte de la Première de Couverture ou Texte de la Dernière de Couverture, dans la notification indiquant que le Document est publié dans le cadre de la présente Licence. Le Texte de la Première de Couverture doit comporter au plus 5 mots et le Texte de la Dernière de Couverture doit en comporter au plus 25.

Une copie Transparente du Document signifie une copie lisible par la machine, représentée dans un format dont la spécification est à la disposition du public, adaptée à la révision directe du document avec des éditeurs de texte génériques ou (pour les images composées de pixels) des programmes de peinture génériques ou (pour les dessins) certains éditeurs de dessin largement diffusés, et adaptée à la saisie dans des formateurs de texte ou pour la traduction automatique dans un ensemble de formats adaptés à la saisie dans des formateurs de texte. Une copie réalisée dans un autre format de fichier Transparent dont le balisage, ou l'absence de balisage, a été organisé pour déjouer ou décourager la modification ultérieure n'est pas Transparent. Un format d'image n'est pas Transparent s'il est utilisé pour une quantité importante de texte. Une copie qui n'est pas Transparente est dite Opaque.

Les exemples de formats adaptés aux copies Transparentes incluent l'ASCII standard sans balisage, le format de saisie Texinfo, le format de saisie LaTeX, le format SGML ou XML utilisant un DTD publiquement disponible, et le format HTML simple conforme à la norme, le format PostScript ou PDF conçu pour la modification par l'homme. Les exemples de formats d'image transparents incluent PNG, XCF et JPG. Les formats Opaques incluent les formats propriétaires qui ne peuvent être lus et modifiés que par des traitements de textes propriétaires, le format SGML ou XML pour lequel les outils de DTD et/ou de traitement ne sont généralement pas disponibles, et le HTML généré en machine, le format PostScript ou PDF produit par certains traitements de texte à des fins de sortie seulement.

La « Page de titre » signifie, pour un ouvrage imprimé, la page de titre proprement dite ainsi que les pages suivantes nécessaires pour contenir, lisiblement, les informations que la présente Licence exige de faire apparaître dans la page de titre. Pour les travaux dont les formats ne comportent pas de page de titre en tant que telle, « Page de titre » signifie le texte situé à proximité du titre du travail, avant le début du corps du texte.

Une section « Intitulée XYZ » signifie une sous-unité nommée du Document dont le titre est soit précisément XYZ, soit contient XYZ entre parenthèses à la suite du texte qui traduit XYZ dans une autre langue. (À cet endroit XYZ représente un nom de section spécifique mentionné ci-dessous, tel que « Remerciements », « Dédicaces », « Recommandations » ou « Historique ».) Pour « Conserver le Titre » d'une telle section lorsque vous modifiez le Document, cela signifie qu'il reste une section « Intitulée XYZ » conformément à la présente définition.

Le Document peut comporter des Limitations de Garantie à côté de la notification indiquant que la Licence s'applique au Document. Ces Limitations de Garantie sont considérées comme étant incluses car il y est fait référence dans la présente Licence, mais uniquement au titre des limitations de garantie : toute autre implication que pourrait avoir ces Limitations de Garantie est nulle et n'a aucun effet sur la signification de cette Licence.

2. COPIE MOT POUR MOT

Vous pouvez copier et distribuer le Document sur n'importe quel support, commercialement ou non, pourvu que cette Licence, les mentions de copyright et la mention de licence indiquant que cette Licence s'applique au Document soient reproduites sur toutes les copies, et que vous n'ajoutiez aucune autre condition à celles de cette Licence. Vous ne pouvez pas utiliser de mesures techniques pour empêcher ou contrôler la lecture ou la copie ultérieure des copies

que vous effectuez ou distribuez. Toutefois, vous pouvez accepter une compensation en échange des copies. Si vous distribuez un grand nombre de copies, vous devez respecter les conditions énoncées à la section 3.

Vous pouvez également prêter des copies, sous les mêmes conditions que celles indiquées ci-dessus, et afficher des copies publiquement.

3. COPIE EN QUANTITÉ

Si vous publiez des copies imprimées (ou des copies sur un support ayant des couvertures imprimées) du Document, à plus de 100 tirages, et que la mention de licence du Document exige des Textes de Couverture, vous devez inclure les copies dans des couvertures portant, clairement et de façon lisible, tous ces Textes de Couverture : les deux couvertures doivent également vous identifier clairement et de façon lisible comme l'éditeur de ces copies. La première de couverture doit présenter le titre complet, tous les mots de ce titre étant également lisibles et visibles. Vous pouvez également ajouter des informations aux couvertures. La copie avec des modifications limitées aux couvertures, tant qu'elles préservent le titre du Document et respectent ces conditions, peut être considérée comme une copie mot pour mot dans ses autres aspects.

Si les textes requis pour l'une ou l'autre des couvertures sont trop volumineux pour tenir de façon lisible, vous devez placer les premiers (autant qu'il en tient raisonnablement) sur la couverture réelle, et continuer le reste sur les pages adjacentes.

Si vous publiez ou distribuez des copies Opaques du Document avec une numérotation supérieure à 100, vous devez inclure une copie Transparente lisible en machine avec chaque copie Opaque, ou indiquer dans ou avec chaque copie Opaque un emplacement de réseau informatique auquel le public utilisant le réseau peut accéder pour télécharger, en utilisant des protocoles réseau publics standard, une copie Transparente complète du Document, sans informations supplémentaires. Si vous choisissez la dernière option, vous devez respecter des étapes raisonnables, lorsque vous commencez la distribution de copies Opaques en quantité, pour vous assurer que cette copie Transparente restera ainsi accessible à l'emplacement indiqué au moins un an après la dernière distribution d'une copie Opaque (directement ou par l'intermédiaire de vos agents ou de vos distributeurs) de cette édition au public.

Il est demandé, mais pas obligatoire, de contacter les auteurs du Document bien avant de redistribuer un grand nombre de copies, pour leur permettre de vous en fournir une version actualisée.

4. MODIFICATIONS

Vous pouvez copier et distribuer une Version Modifiée du Document conformément aux conditions des sections 2 et 3 ci-dessus, pourvu que vous diffusiez la Version Modifiée en respectant précisément cette Licence, la Version Modifiée jouant le rôle du Document, accordant ainsi la licence de distribution et de modification de la Version Modifiée à quiconque en possède une copie. En outre, vous devez procéder de la façon suivante dans la Version Modifiée :

- A. Utiliser dans la Page de Titre (et sur les couvertures le cas échéant) un titre distinct de celui du Document et de ceux des versions précédentes (qui devraient être répertoriés dans la section Historique du Document). Vous pouvez utiliser le même titre qu'une version précédente si l'éditeur d'origine de cette version vous en donne l'autorisation.
- B. Indiquer sur la Page de Titre, en tant qu'auteurs, une ou plusieurs personnes ou entités responsable de la paternité des modifications de la Version Modifiée, ainsi qu'au moins cinq des principaux auteurs du Document (tous ses principaux auteurs, s'ils sont moins de cinq), sauf s'ils vous dispensent de cette obligation.
- C. Indiquer sur la Page de Titre le nom de l'éditeur de la Version Modifiée, en tant qu'éditeur.
- D. Conserver toutes les mentions de copyright du Document.
- E. Ajouter une mention de copyright appropriée pour vos modifications à côté des autres mentions de copyright.
- F. Inclure, immédiatement après les mentions de copyright, une mention de licence donnant au public l'autorisation d'utiliser la Version Modifiée conformément aux termes de cette Licence, sous la forme indiquée dans l'Addendum ci-dessous.
- G. Conserver dans cette mention de licence la liste complète des Sections Invariantes et des Textes de Couverture fournie dans la mention de licence du Document.
- H. Inclure une copie non modifiée de cette Licence.
- I. Conserver la section intitulée « Historique », Conserver son Titre et lui ajouter un élément indiquant au moins le titre, l'année, les nouveaux auteurs et l'éditeur de la Version Modifiée comme indiqué dans la Page de Titre. S'il n'existe pas de section Intitulée Historique dans le Document, créez-en une qui mentionne le titre, l'année, les nouveaux auteurs et l'éditeur du Document comme indiqué dans sa Page de Titre, puis ajoutez un élément décrivant la Version Modifiée comme indiqué dans la phrase qui précède.

- J. Conserver l'emplacement réseau, le cas échéant, fourni dans le Document pour l'accès public à une copie Transparente du Document, ainsi que les emplacements réseau fournis dans le Document pour les versions précédentes sur lequel il était basé. Ils peuvent être placés dans la section Historique. Vous pouvez omettre un emplacement réseau pour un travail qui a été publié au moins quatre ans avant le Document lui-même, ou si l'éditeur d'origine de la version auquel il fait référence en donne l'autorisation.
- K. Pour toute section intitulée « Remerciements » ou « Dédicaces », conserver le Titre de la section, et conserver dans la section toute la substance et le ton de chacun des remerciements et/ou dédicaces des contributeurs mentionnés.
- L. Conserver toutes les Sections Invariantes du Document, sans modifications de leurs textes ni de leurs titres. Les numéros de section ou leur équivalent ne sont pas considérés comme faisant partie des titres de section.
- M. Supprimer toute section intitulée « Recommandations ». Une telle section ne peut être incluse à la Version Modifiée.
- N. Ne pas modifier le titre d'une section existante dont le titre est « Recommandations » ou ne pas créer de conflit avec le titre d'une Section Invariante.
- O. Conserver les Limitations de Garantie.

Si la Version Modifiée comporte de nouvelles sections liminaires ou des annexes qui en font des Sections Secondaires et ne contiennent aucune information copiée à partir du Document, vous pouvez si vous le souhaitez désigner certaines ou toutes ces sections comme invariantes. Pour ce faire, ajoutez leurs titres à la liste des sections invariantes de la mention de licence de la version modifiée. Ces titres doivent être distincts des autres titres de section.

Vous pouvez ajouter une section intitulée « Recommandations », pour autant qu'elle ne contienne rien d'autre que des recommandations de votre Version Modifiée par différentes parties (par exemple, des déclarations d'évaluation par vos pairs ou indiquant que le texte a été approuvé par une organisation comme définition ou norme faisant autorité).

Vous pouvez ajouter un passage pouvant atteindre cinq mots comme Texte de la Première de Couverture, et un passage pouvant atteindre vingt-cinq mots comme Texte de Dernière de Couverture, à la fin de la liste des Textes de Couverture de la Version Modifiée. Un seul passage de Texte de la Première de Couverture et de Texte de Dernière de Couverture peut être ajouté par (ou par l'intermédiaire d'accords effectués par) une entité quelconque. Si le Document inclut déjà un texte de couverture pour la même couverture, précédemment ajouté par vous ou par

un accord effectué par l'entité pour le compte de laquelle vous agissez, vous ne pouvez pas en ajouter d'autre ; mais vous pouvez remplacer l'ancien, avec l'autorisation explicite de l'éditeur qui avait ajouté l'ancien.

Le ou les auteur(s) et éditeur(s) du Document n'accordent pas par cette Licence l'autorisation d'utiliser leurs noms pour la publicité de ou pour revendiquer ou insinuer la signature d'une quelconque Version Modifiée.

5. COMBINAISON DE DOCUMENTS

Vous pouvez combiner le Document à d'autres documents diffusés dans le cadre de cette Licence, conformément aux termes définis dans la section 4 ci-dessus pour les versions modifiées, pourvu que vous incluiez à la combinaison toutes les Sections Invariantes de tous les documents d'origine, non modifiés, et que vous les répertoriez tous comme Sections Invariantes de votre travail combiné dans sa mention de licence, et que vous conserviez toutes ses Limitations de Garantie.

Le travail combiné ne doit contenir qu'une copie de cette Licence, et plusieurs Sections Invariantes identiques peuvent être remplacées par une seule copie. S'il existe plusieurs Sections Invariantes portant le même nom mais avec un contenu différent, rendez le titre de chacune de ces sections unique en ajoutant à la fin de celui-ci, entre parenthèses, le nom de l'auteur ou de l'éditeur d'origine de cette section s'il est connu, ou sinon un numéro unique. Effectuez le même ajustement aux titres des sections dans la liste des Sections Invariantes de la mention de licence du travail combiné.

Dans le travail combiné, vous devez compiler les sections intitulées « Historique » des différents documents originaux, afin de ne plus former qu'une section intitulée « Historique » ; de la même manière, compilez les sections intitulées « Remerciements » et « Dédicaces ». Vous devez supprimer toutes les sections intitulées « Recommandations ».

6. ENSEMBLES DE DOCUMENTS

Vous pouvez réaliser un ensemble constitué du Document et d'autres documents diffusés dans le cadre de cette Licence, et remplacer les copies individuelles de cette Licence dans les différents documents par une copie unique incluse à l'ensemble, pourvu que vous respectiez les règles de cette Licence concernant la copie mot pour mot de chacun des documents dans tous leurs autres aspects.

Vous pouvez extraire un document unique d'un tel ensemble, et le distribuer individuellement dans le cadre de cette Licence, pourvu que vous insériez une copie de cette Licence dans le document extrait, et que vous respectiez cette Licence dans tous ses autres aspects concernant la copie mot pour mot de ce document.

7. AGRÉGATION AVEC DES TRAVAUX INDÉPENDANTS

Une compilation du Document ou de ses dérivés avec d'autres documents ou travaux séparés et indépendants, dans ou sur un volume de stockage ou un support de distribution, est appelé un « agrégation » si le copyright résultant de la compilation n'est pas utilisé pour limiter les droits légaux des utilisateurs de la compilation au-delà de ce qu'autorisent les travaux individuels. Lorsque le Document est inclus dans une agrégation, cette Licence ne s'applique pas aux autres travaux de l'agrégation qui ne sont pas eux-mêmes des travaux dérivés du Document.

Si l'obligation relative au Texte de Couverture de la section 3 est applicable à ces copies du Document, si le Document est inférieur à la moitié de l'agrégation dans son ensemble, les Textes de Couverture du Document peuvent être placés sur les couvertures qui regroupent le Document au sein de l'agrégation, ou l'équivalent électronique des couvertures si le Document est au format électronique. Sinon, ils doivent apparaître sur les couvertures imprimées qui regroupent l'agrégation complète.

8. TRADUCTION


La traduction étant considérée comme une sorte de modification, vous êtes autorisé à distribuer des traductions du Document conformément aux dispositions de la section 4. Le remplacement des Sections Invariantes par des traductions nécessite une autorisation spéciale de leurs détenteurs de copyright, mais vous pouvez inclure des traductions de certaines ou de toutes les Sections Invariantes en plus des versions originales de ces Sections Invariantes. Vous pouvez inclure une traduction de cette Licence, toutes les mentions de licence du Document et toutes les Limitations de Garantie, pourvu que vous incluiez également la version anglaise d'origine de cette Licence et les versions d'origine de ces mentions et de ces limitations. En cas de désaccord entre la traduction et la version originale de cette Licence ou d'une mention ou d'une limitation, la version d'origine prévaut.

Si une section du Document est intitulée « Remerciements », « Dédicaces » ou « Historique », l'obligation (section 4) de conserver son Titre (section 1) nécessitera généralement de changer le titre réel.

9. RÉSILIATION

Vous ne pouvez copier, modifier, accorder une sous-licence, ou distribuer le Document excepté dans le strict respect de cette Licence. Toute autre tentative de copier, modifier, accorder une sous-licence, ou distribuer le Document est nulle et met automatiquement fin à vos droits relatifs à cette Licence. Toutefois, les parties qui ont reçu de votre part des copies, ou des droits dans le cadre de cette Licence ne verront pas leurs licences annulées si elles respectent strictement les termes de cette licence.

10. FUTURES RÉVISIONS DE LA PRÉSENTE LICENCE

La Free Software Foundation peut publier des versions nouvelles, révisées, de la Licence de Documentation Libre GNU de temps à autre. Ces nouvelles versions seront semblables en esprit à la présente version, mais elles peuvent différer dans ses détails pour répondre à de nouveaux problèmes ou à de nouveaux besoins. Reportez-vous à la page <https://www.gnu.org/copyleft/> .

Chaque version de la Licence reçoit un numéro distinctif. Si le Document spécifie qu'un numéro de version particulier de cette Licence ou de toute autre version ultérieure s'y applique, vous avez la possibilité de respecter les termes et conditions de cette version spécifiée ou de toute autre version ultérieure publiée (autrement que sous forme de brouillon) par la Free Software Foundation. Si le Document ne spécifie pas de numéro de version de cette Licence, vous pouvez choisir n'importe quelle version publiée (autrement que sous forme de brouillon) par la Free Software Foundation.

ANNEXE : comment utiliser la présente Licence pour vos 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".
```

Si vous avez des Sections Invariantes, Textes de Première de Couverture et Textes de Dernière de Couverture, remplacez la ligne « with...Texts » par :

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

Si vous avez des Sections Invariantes sans Textes de Couverture, ou une autre combinaison des trois, fusionnez ces deux alternatives pour vous adapter à la situation.

Si votre document contient des exemples inhabituels de code programme, nous vous recommandons de diffuser ces exemples en parallèle sous votre choix de la licence de logiciel libre, telle que la Licence publique générale GNU, pour en permettre l'utilisation comme un logiciel libre.