

Synchronisation de l'heure à l'aide du protocole NTP

CONTENU

Cet article décrit en quoi consiste la synchronisation horaire et comment la configurer.

MOTIF

La synchronisation de l'heure système est cruciale lors du partage de tâches et de ressources avec d'autres membres de l'équipe sur le réseau.

EFFORT

Comptez jusqu'à 60 minutes pour lire cet article et effectuer une configuration de base de la synchronisation horaire sur votre ordinateur.

CONDITIONS REQUISES

- Une connaissance de base de l'administration du système Linux est requise. Certaines tâches exigent des priviléges root.
- Une connexion réseau fonctionnelle au réseau interne ou à Internet pour atteindre le serveur horaire source.

Date de publication : 11 déc 2025

Table des matières

1	Introduction	3
---	--------------	---

- 2 Configuration de NTP en ajustant `/etc/chrony.conf` 5
 - 3 Gestion de `chronyd` au moment de l'exécution 9
 - 4 Le service `chronydsystemd` 10
 - 5 Dépannage 10
 - 6 Informations supplémentaires 12
 - 7 Mentions légales 12
- A Licence de Documentation Libre GNU 13

1 Introduction

Une heure système exacte et synchronisée sur l'ordinateur est essentielle pour le travail d'équipe. Les applications de planification et d'agenda comptent sur cette ponctualité pour suivre l'heure comme il se doit et informer les utilisateurs à temps de leurs rendez-vous. Pour les applications en cluster, les machines hôtes individuelles requièrent souvent une heure système synchronisée pour une communication mutuelle.

L'horloge matérielle intégrée n'est pas une source horaire fiable. Une correction manuelle de l'heure système peut entraîner un dysfonctionnement des applications essentielles en raison de sauts de temps soudains. Par conséquent, l'heure système doit être synchronisée avec une source horaire externe fiable sur le réseau.

1.1 Présentation du protocole NTP

Le protocole NTP (Network Time Protocol) est conçu pour synchroniser l'heure système sur le réseau. Son objectif est de conserver l'heure absolue et de l'utiliser pour synchroniser l'heure système de toutes les machines d'un réseau.

1.2 Mode de fonctionnement

Lorsque le service NTP est correctement configuré, il interroge et ajuste en permanence l'heure système avec des serveurs horaires fiables. Généralement, les ordinateurs personnels et les autres périphériques connectés à Internet sont configurés pour interroger un serveur horaire public sur Internet.

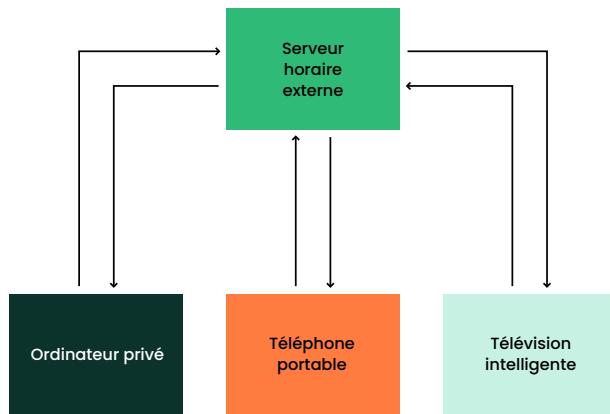


FIGURE 1 : PÉRIPHÉRIQUES INDIVIDUELS INTERROGEANT UN SERVEUR HORAIRE PUBLIC

À l'inverse, les ordinateurs de bureau et les serveurs qui résident dans un sous-réseau d'entreprise sont configurés pour interroger un serveur horaire dédié au sein du réseau local. Le serveur horaire proprement dit synchronise son heure avec un serveur horaire public.

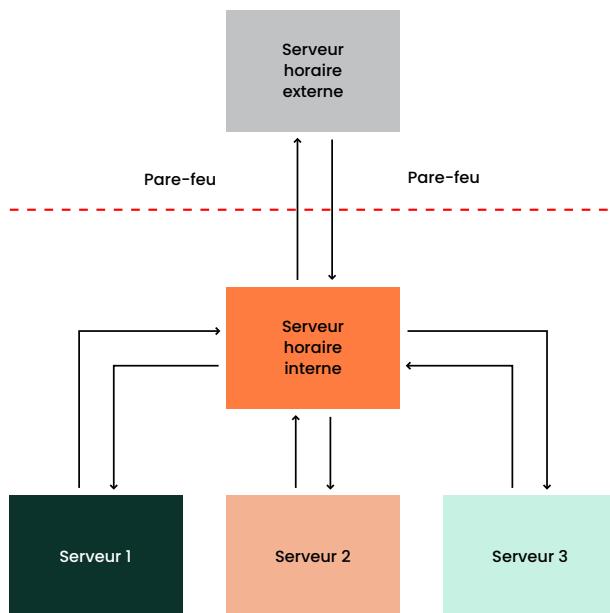


FIGURE 2 : PLUSIEURS HÔTES INTERROGEANT UN SERVEUR HORAIRE INTERNE

1.2.1 Implémentation

chrony est l'implémentation par défaut de NTP dans SLE Micro. chrony comprend deux parties :

- chronyd est un service systemd qui peut être lancé au moment du démarrage.
- **chronyc** est un programme d'interface de ligne de commande permettant de surveiller les performances de chronyd et de modifier des paramètres de fonctionnement spécifiques pendant l'exécution.

1.3 Avantages

L'utilisation de NTP pour maintenir l'heure exacte présente les avantages suivants :

- Les utilisateurs peuvent se fier à leur horloge lorsqu'ils doivent respecter un calendrier planifié.
- Les applications peuvent déclencher avec précision des opérations planifiées sur le bureau ou le système.
- Les noeuds de grappe peuvent maintenir leurs données synchronisées et à jour.
- L'utilisation d'un serveur horaire interne permet de maintenir l'heure système synchronisée dans les réseaux ayant un accès limité à Internet.

2 Configuration de NTP en ajustant /etc/chrony.conf

Quand il démarre, chronyd lit sa configuration dans le fichier /etc/chrony.conf. Les sections suivantes répertorient les paramètres importants susceptibles d'affecter le comportement de chronyd.

2.1 Spécification des sources horaires

Pour que l'horloge de l'ordinateur reste synchronisée, vous devez indiquer à chronyd les sources horaires à utiliser. Pour ce faire, utilisez les directives server, pool et peer. Vous pouvez utiliser chacune d'elles plusieurs fois.

La directive `server` indique à `chronyd` d'utiliser un hôte spécifique comme serveur horaire par son nom ou son adresse IP.

```
server 0.europe.pool.ntp.org offline①
server 1.europe.pool.ntp.org offline prefer②
server 192.168.2.254
```

- ① L'option `offline` empêche `chronyd` d'interroger le serveur horaire. Cette option est utile si le serveur n'est pas joignable au démarrage de `chronyd`. Vous devez mettre le serveur horaire en ligne lorsqu'il est joignable en utilisant `chronyc`. Pour plus d'informations, consultez la [Section 3, « Gestion de chronyd au moment de l'exécution »](#).
- ② L'option `prefer` indique à `chronyd` de privilégier cette source horaire par rapport à d'autres qui n'incluent pas cette option.

La directive `pool` vous permet de spécifier un nom de réseau qui se résout en plusieurs adresses IP susceptibles de changer au fil du temps.

```
pool pool.ntp.org iburst① maxsources 3②
```

- ① L'option `iburst` signifie que `chronyd` commence par une rafale de 4 à 8 requêtes pour effectuer la première mise à jour de l'horloge plus tôt.
- ② L'option `maxsources` indique à `chronyd` d'utiliser jusqu'à trois sources du pool.

La directive `peer` spécifie un hôte homologue NTP au lieu d'un serveur horaire. La synchronisation horaire du système entre *homologues* utilise une architecture symétrique au lieu du mode client/serveur invoqué par les options `server` et `pool`. Vous pouvez utiliser `peer` plusieurs fois pour spécifier plusieurs homologues.

```
peer 192.168.1.116
peer ntp.example.com
```

2.2 Exécution de `chronyd` en tant que serveur NTP

Par défaut, `chronyd` fonctionne comme un client pour les serveurs NTP spécifiés. Pour qu'il fonctionne comme serveur NTP également, ajoutez la directive `allow` au fichier `/etc/chrony.conf`. Elle ouvre le port du serveur NTP (123 par défaut) et répond aux requêtes des clients.

Vous pouvez spécifier une adresse IP unique pour un client NTP ou un sous-réseau pour inclure plusieurs clients. Vous pouvez utiliser la directive `allow` plusieurs fois :

```
allow 1.2.3.4
```

```
allow 3.4.5.0/24
```



Astuce

Si vous ne spécifiez pas d'adresse IP ou de sous-réseau, la directive `allow` autonome autorise l'accès à partir de toutes les adresses IPv4 et IPv6.

Pour limiter l'accès de la directive `allow` précédente, utilisez la directive `deny` :

```
allow 1.2.3.4
deny 1.2.3.0/24
allow 1.2.0.0/16
```

Dans l'exemple ci-dessus, l'effet est identique quel que soit l'ordre des trois directives. Le sous-réseau `1.2.0.0/16` est autorisé à accéder mais pas le sous-réseau `1.2.3.0/24`, auquel l'accès est refusé. L'accès est toutefois autorisé à l'hôte `1.2.3.4`.

2.3 Configuration d'une horloge de référence locale

`chrony` se base sur d'autres programmes (tels que `gpsd`) pour accéder aux données de synchronisation via un pilote spécifique. Utilisez la directive `refclock` dans `/etc/chrony.conf` pour spécifier une horloge de référence matérielle à utiliser comme source horaire. Elle comporte deux paramètres obligatoires : un nom de pilote et un paramètre spécifique au pilote. Les deux paramètres sont suivis par zéro ou plusieurs options `refclock`. `chrony` inclut les pilotes suivants :

PPS

Pilote pour l'API *Pulse Per Second* du kernel. Par exemple :

```
refclock PPS /dev/pps0 lock NMEA refid GPS
```

SHM

Pilote de mémoire partagée NTP. Par exemple :

```
refclock SHM 0 poll 3 refid GPS1
refclock SHM 1:perm=0644 refid GPS2
```

SOCK

Pilote de socket de domaine Unix. Par exemple :

```
refclock SOCK /var/run/chrony.ttyS0.sock
```

PHC

Pilote d'horloge matérielle PTP. Par exemple :

```
refclock PHC /dev/ptp0 poll 0 dpoll -2 offset -37
refclock PHC /dev/ptp1:nocrosssts poll 3 pps
```



Astuce

Pour plus d'informations sur les options des différents pilotes, reportez-vous à la commande [man 8 chrony.conf](#).

2.4 Activation des sources horaires hors ligne

Même s'il se lance normalement sur un système qui démarre sans connexion réseau, [chronyd](#) ne peut pas accéder aux serveurs horaires spécifiés dans [/etc/chrony.conf](#). Pour empêcher [chronyd](#) de tenter d'interroger des serveurs horaires inaccessibles, utilisez l'option [offline](#) derrière la directive de source horaire, par exemple :

```
server ntp.example.org offline
```

Dans ce cas, [chronyd](#) ne tente pas d'interroger le serveur tant qu'il n'est pas activé à l'aide de la commande suivante :

```
# chronyc online ntp.example.org
```



Astuce

Lorsque l'option [auto_offline](#) est définie à la place de [offline](#), [chronyd](#) suppose que le serveur horaire est hors ligne si deux requêtes lui ont été envoyées sans réponse. Cette option évite d'avoir à exécuter la commande [offline](#) à partir de [chronyc](#) lors de la déconnexion de la liaison réseau.

3 Gestion de chronyd au moment de l'exécution

3.1 Présentation de **chronyc**

chronyc est la partie client de l'implémentation NTP **chrony**. Vous pouvez utiliser la commande **chronyc** pour modifier le comportement du service **chronyd** lors de l'exécution. Elle génère également des rapports d'état sur le fonctionnement de **chronyd**.



Remarque : modifications temporaires

Les modifications apportées à l'aide de **chronyc** ne sont pas permanentes. Elles seront perdues au prochain redémarrage de **chronyd**. Pour que les changements soient permanents, modifiez **/etc/chrony.conf** comme décrit à la [Section 2, « Configuration de NTP en ajustant /etc/chrony.conf »](#).

3.2 Fonctionnement de **chronyc**

Vous pouvez exécuter **chronyc** en mode interactif ou non interactif. Pour exécuter **chronyc** de manière interactive, entrez **chronyc** sur la ligne de commande, puis appuyez sur **Entrée**. Une invite s'affiche et attend que vous entrez une commande. Par exemple, pour vérifier combien de sources NTP sont en ligne ou hors ligne, exécutez la commande **activity** :

```
# chronyc
chronyc> activity
200 OK
4 sources online
2 sources offline
1 sources doing burst (return to online)
1 sources doing burst (return to offline)
0 sources with unknown address
```

Pour quitter l'invite de **chronyc**, entrez **quit** ou **exit**.

Si vous n'avez pas besoin d'utiliser l'invite interactive, entrez la commande directement, par exemple :

```
# chronyc activity
```

4 Le service `chronydsystemd`

La partie principale de `chrony` est le service `chronydsystemd` qui s'exécute en arrière-plan et synchronise l'heure système avec les serveurs horaires sélectionnés. Vous pouvez utiliser les commandes `systemd` suivantes pour faire fonctionner le service `chrony` :

`systemctl status chronydservice`

Imprime des informations détaillées sur l'état actuel du service `chrony`.

`systemctl is-enabled chronydservice`

Vérifie si le démarrage automatique du service `chrony` au démarrage du système est activé.

`systemctl enable chronydservice`

Active le démarrage automatique du service `chrony` au démarrage du système.

`systemctl disable chronydservice`

Désactive le démarrage automatique du service `chrony` au démarrage du système.

`systemctl is-active chronydservice`

Vérifie si le service `chrony` a été démarré et est en cours d'exécution.

`systemctl start chronydservice`

Démarre le service `chrony`.

`systemctl stop chronydservice`

Arrête le service `chrony`.

`systemctl restart chronydservice`

Redémarre le service `chrony` et recharge `/etc/chrony.conf`.

5 Dépannage

En cas d'erreur, vérifiez les points suivants.

- Vérifiez que votre ordinateur est connecté à un réseau et que le réseau est correctement configuré :

```
> sudo systemctl status network.service
● NetworkManager.service - Network Manager
```

```
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/NetworkManager.service; enabled; vendor
preset: disabled)
Active: active (running) since Sat 2021-08-07 20:09:44 CEST; 4 days ago
[...]
```

- Vérifiez que les serveurs horaires que vous avez entrés comme source horaire existent et sont accessibles sur le réseau. Par exemple :

```
> ping pool.ntp.org
PING pool.ntp.org (85.199.214.101) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 85.199.214.101 (85.199.214.101): icmp_seq=1 ttl=37 time=29.9 ms
[...]
```

- Si le service firewalld est actif sur votre ordinateur, vérifiez que le service NTP est autorisé.
- Vérifiez que le service chrony est en cours d'exécution :

```
> sudo systemctl status chrony.service
● chrony.service - NTP client/server
    Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/chrony.service; enabled; vendor
    preset: disabled)
    Active: active (running) since Sat 2021-08-07 20:09:44 CEST; 4 days ago
    [...]
```

- Si l'heure système d'un invité virtualisé diffère de l'heure exacte, assurez-vous que l'heure système du serveur hôte de la machine virtuelle est synchronisée avec un serveur horaire valide et que l'invité est synchronisé avec la même source horaire que l'hôte.
- Si le service NTP ne se lance pas correctement au démarrage du système, cela peut être dû à des commutateurs réseau configurés pour utiliser le Spanning Tree Protocol, alors que les ports ne sont pas configurés comme Edge Ports mais comme Portfast. Dans ce cas, l'établissement de la connectivité réseau peut prendre jusqu'à une minute.
- Si le service NTP ne démarre pas lors du démarrage du système lorsque NetworkManager est utilisé, modifiez le fichier /etc/sysconfig/network/config, puis modifiez la valeur de NM_ONLINE_TIMEOUT sur 30. Si le problème persiste, augmentez la valeur de timeout de 15, puis réessayez.
- Si les sources NTP ne sont pas accessibles, identifiez-les avec la commande suivante :

```
> chronyc sources -v
[...]
MS Name/IP address          Stratum Poll Reach LastRx Last sample
=====
```

^* time.mydomain.com	3	10	377	81	-5354us[-8257us]	+/-	191ms
^? ntp1.example.com	0	10	0	-	+0ns[+0ns]	+/-	0ns
^? 77.177.77.177	0	10	0	-	+0ns[+0ns]	+/-	0ns
^? ntp3.example.com	0	10	0	-	+0ns[+0ns]	+/-	0ns
^? ntp4.example.net	0	10	0	-	+0ns[+0ns]	+/-	0ns
^? 2a02:3d8:1::1:1	0	6	0	-	+0ns[+0ns]	+/-	0ns
^? ntp2.example.org	0	10	0	-	+0ns[+0ns]	+/-	0ns

Dans ce cas, le seul serveur qui fournit réellement l'heure est `time.mydomain.com`. Il est nécessaire de résoudre globalement la connexion réseau au niveau des sources horaires NTP distantes défaillantes.

6 Informations supplémentaires

- La sécurisation de votre ordinateur avec `firewalld` est décrite dans le document <https://documentation.suse.com/sles/html/SLES-all/cha-security-firewall.html#sec-security-firewall-firewalld>.
- Les commandes pour le fonctionnement de `systemd` sont répertoriées dans le document <https://susedoc.github.io/doc-modular/main/html/reference-systemctl-enable-disable-services/>.
- Pour une référence complète, reportez-vous aux pages de manuel correspondantes :
Pour obtenir la liste complète des directives de configuration, exéutez `man 1 chrony.conf`.
Pour obtenir la liste complète des commandes `chronyc`, exéutez `man 1 chronyc`.
Pour obtenir la liste complète des options de ligne de commande `chrony`, exéutez `man 8 chrony`.

7 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 discrédition) 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 incliez 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 inséries 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.