4 octobre

Hyper-V

2012

Dans ce document nous allons étudier le rôle Hyper-V sous Windows 2008° R2, ce programme est comparable à VirtualBox d'une distribution free, ainsi que VMWare, et bien évidement d'autres programme. Cette présentation est destinée à des personnes ayant les bases en Windows Server® 2008 R2, est d'une façon plus générale en informatique. Hyper-V Sous Windows Server 2008 R2



Sommaire

Ι.	Intr	oduction	3
١١.	Mis	e en œuvre	5
1.	h	nstallation	5
III.	L	es fonctionnalités Hyper-V	8
2.	h	nstallation d'une machine virtuel	8
	a.	Installation	8
3.	C	Configuration1	1
	b.	Hyper-V1	1
	c.	Paramètre Machine Virtuelle	3
IV.	Ρ	lus loin1	6
4.	Р	ourquoi passer à la virtualisation ?1	6
	d.	Compétences1	6
	e.	Réductions des coûts1	6
	f.	Administration1	7
	g.	Outils interopérables1	7
5.	Д	rchitecture1	7

I. Introduction

Le rôle Hyper-V :

Microsoft vous propose une offre très complète pour vous permettre de virtualiser efficacement et selon votre profil.

Utiliser du matériel nouveau ou existant, réattribuer les ressources informatiques là où elles sont utiles...les services rendus par un serveur virtualisé sont bien moins chers que le coût d'achat ou d'utilisation de matériel nouveau en prévision d'un supposé besoin futur.

L'ensemble de guides ci-dessous traitant de la manière d'atteindre ses objectifs commerciaux grâce à la technologie de virtualisation met l'accent sur la virtualisation de serveur et de services qui permet aux responsables informatiques de recentrer leurs ressources limitées sur les activités les plus efficaces, voire de moduler de façon dynamique les ressources en fonction de la demande pendant une journée ou une semaine ouvrée.

Voici ci-dessous les produits les plus adaptés afin de virtualiser et d'administrer vos infrastructures physiques et virtuelles :

Hyper-V : l'hyperviseur Microsoft

Hyper-V virtualise les ressources système d'un ordinateur physique. Cela crée un environnement virtualisé pour des systèmes d'exploitation et des applications. Utilisé seul, Hyper-V sert généralement à la virtualisation d'un serveur. Utilisé conjointement à VDI, l'infrastructure de poste de travail virtuel, Hyper-V permet la virtualisation des postes clients.

Hyper-V est compatible avec la plupart des systèmes d'exploitation, et se révèle ainsi une solution très flexible.

Windows Server 2008 R2, le système d'exploitation optimal

Windows Server 2008 R2 est le système d'exploitation idéal pour virtualiser. En effet, il intègre nativement et gratuitement l'hyperviseur Microsoft Hyper-V.

Par ailleurs, avec Windows Server 2008 R2, vous disposez de RemoteApp via les services de Bureau à distance (ancien Terminal Services) pour virtualiser la présentation, et de VDI qui, conjointement à Hyper-V, permet la virtualisation des postes clients.

System Center 2012, pour administrer vos infrastructures

System Center 2012 est une solution d'administration complète qui vous aide à gérer vos environnements informatiques qu'ils soient des datacenters traditionnels, des Clouds privés et publics, des ordinateurs clients ou des périphériques.

System Center 2012 fournit une panoplie unique d'outils pour gérer les applications et services dans votre Cloud privé ou public, rendant possible une infrastructure productive, des applications

prévisibles, et un Cloud Computing à vos conditions vous permettant ainsi de délivrer une informatique tel un service à vos métiers.



Plus loin : Retrouvez d'autres ressources à la fin de cette présentation de l'installation du rôle Hyper-V.

II. Mise en œuvre

1. Installation

Sous Windows Server[®] 2008 R2 le programme Hyper-V se trouve dans les rôles ouvrez L'assistant D'Ajout de rôles puis sélectionner le rôle Hyper-V.

Assistant Ajout de rôles	The second se	×
Sélectionnez d	es rôles de serveurs	
Avant de commencer Rôles de serveurs Hyper-V Réseaux virtuels Confirmation État d'avancement Résultats	Sélectionnez un ou plusieurs rôles à installer sur ce serveur. Rôles : Hyper-V Serveur d'applications Serveur de télécopie Serveur DHCP (Installé) Serveur DNS (Installé) Services AD LDS (Active Directory Lightweight Directory Services Services AD LDS (Active Directory Rights Management Services) Services AD RMS (Active Directory Federation Services) Services Bureau à distance Services de déploiement Windows Services de documents et d'impression Services de documents et d'impression Services de distance Services de tratégie et d'accès réseau Services de stratégie et d'accès réseau Services de tratégie et d'accès réseau 	ous ries tuel it isi
	< <u>Précédent</u> <u>Suivant</u> <u>Installer</u> Annuler	

Faites suivant.

Sur la fenêtre suivante vous allez pouvoir séléctionner une ou plusieurs cartes réseaux , lci nous n'avons qu'une seule carte disponible, vous pouvez ensuite faire suivant.

Assistant Ajout de rôles		×
Créer des rés	seaux virtuels	
Avant de commencer Rôles de serveurs Hyper-V Réseaux virtuels Confirmation	Les ordinateurs virtuels nécessitent que les réseaux virtuels communiquent avec d'autres ordinateurs. Après avoir installé ce rôle, vous pourrez créer des ordinateurs virtuels et les attacher à un réseau virtuel. Un réseau virtuel sera créé pour chaque carte réseau sélectionnée. Nous vous recommandons de créer au moins un réseau virtuel maintenant en vue d'une utilisation avec des ordinateurs virtuels. Vous pourrez ajouter, supprimer et modifier vos réseaux virtuels utérieurement à l'aide du Gestionnaire de réseau virtuel. Cartes Ethernet :	
Etat d avancement	Nom Carte réseau	
	Cornexon au reseau local Realtek PCIe GBE Family Controller Nous recommandons de réserver une carte réseau à l'accès distant à ce serveur. Pour réserver une carte réseau, ne la sélectionnez pas pour une utilisation avec un réseau virtuel. En savoir plus sur les réseaux virtuels	
	< Précédent Suivant > Installer Annuler	

Voilà l'installation va s'effectuer après votre vérification, on peut constater que l'installation est rapide sans aucune complexité et que tout est extrêmement assisté, ceci dit sur d'autres rôles prenez le temps de regarder le récapitulatif de l'installation, et utilisez les ressources sur internet, privilégier le support Microsoft[®] dans un premier temps, afin d'effectuer correctement votre installation.

Assistant Ajout de rôles	A CONTRACTOR OF THE OWNER	×
Confirmer les	s sélections pour l'installation	
Avant de commencer Rôles de serveurs Hyper-V	Pour installer les rôles, les services de rôle ou les fonctionnalités suivants, cliquez sur Installer.	
Réseaux virtuels	 Il est possible que ce serveur doive être redémarré à la fin de l'installation. 	
Confirmation	Hyper-V	
État d'avancement	Réseaux virtuels : Connexion au réseau local	
	Imprimer, envoyer ou enregistrer cette information	
	< Précédent Suivant > I Installer Annuler	

Installation	

L'installation va maintenant commencer patientez.

A la fin de l'installation il vous demandera de redémarrer le serveur, sauvegarder vos travaux en cours et redémarrez, une fois redémarré il continuera l'installation.

III. Les fonctionnalités Hyper-V

2. Installation d'une machine virtuel

a. Installation

Maintenant nous avons accès aux fonctionnalités de Hyper-V, que nous trouverons dans l'arborescence « **Rôles** ». Vous pourrez configurer vos machines et l'environnement Hyper-V qui est relativement simple.

🚡 Gestionnaire de serveur (SP-EQ1-R	SP-EQ1-R2-CD1			Actions	
Röles R	Ordinateurs v Nom →	i rtuels Eist Aucun ordinate antanées Aucun ordin	Otilisation du Mémore ur vituel détecté sur ce serveur	SP-LQ1-R2-CD1 Nouveau Importer un ordinateur vet Sestionnaire de réseau vet Modifier le disque Importer le disque Arrêter le disque Arrêter le disque Arrêter le service Arrêter le service Arrêter le service Artualiser Affdhage	

Dans notre cas nous parlerons d'une machine virtuel est de sa configuration, c'est l'objet de ce document, documentez d'avantages sur les monde Hyper-V. Lancez maintenant, l'assistant d'installation d'une nouvel ordinateur virtuel en cliquant sur Dans l'arborescence « Actions ». La fenêtre suivant s'affiche, prenez le temps de lire les informations.

Assistant Nouvel ordina	steur virtuel	1
Avant de c	ommencer	
Avant de commencer Spécifier le nom et l'emplacement Affecter la mémoire Configurer la mise en réseau Connecter un disque dur virbuel Options d'installation Résumé	Cet Assistant vous aide à créer un ordinateur virtuel. Yous pouvez utiliser des ordinateurs virtuels à la place d'ordinateurs physiques à différentes fins. Vous pouvez utiliser cet Assistant pour configurer la configuration utérieurement à l'aide du sestionnaire (Hyper-V. Pour créer un ordinateur virtuel : • Cliquez sur Terminer pour créer un ordinateur virtuel configure avec des valeurs par défaut. • Cliquez sur Terminer pour créer un avec une configuration personnalisée. • Ne plus afficher cette page En savoir plus sur la création d'ordinateurs virtuels	
	< <u>Précédent</u> <u>Suivant</u> <u>Ierminer</u> Annuler	

Entre le nom sur la fenêtre suivante. Changez si vous le désiré l'emplacement de l'ordinateur virtuel, par exemple si vous utiliser un serveur de stockage, ou un disque dur dédié.

🏚 Assistant Nouvel ordina	iteur virtuel	×
Spécifier le	nom et l'emplacement	
Avant de commencer Spécifier le nom et l'emplacement Affecter la mémoire Configurer la mise en réseau Connecter un disque dur virtuel Options d'installation Résumé	Choisissez un nom et un emplacement pour cet ordinateur virtuel. Le nom est affiché dans le Gestionnaire Hyper-V. Nous vous recommandons d'utiliser un nom qui vous permettra d'identifier facilement cet ordinateur virtuel, tel que le nom de la charge de travail ou du système d'exploitation invité. Nom: MV_W2008R2 1 Vous pouvez créer un dossier ou utiliser un dossier existant pour stocker l'ordinateur virtuel. Si vous ne selectionnez pas de dossier, l'ordinateur virtuel est stocké dans le dossier par défaut configuré pour ce serveur. 2.1 Stogker l'ordinateur virtuel à un autre emplacement 2.2 Emplacement C: ProgramData Microsoft Windows Hyper-V\ percourir Si vous envisagez d'effectuer des captures instantanées de cet ordinateur virtuel, choisissez un emplacement muni d'un espace libre suffisant. Les captures instantanées induent des données sur les ordinateurs virtuels et peuvent nécessiter un espace considérable.	
	< Précédent Suivant > Terminer Annuler	

Ici vous pouvez soit créer de base une nouvelle machine, ou alors réutiliser un disque dur virtuel déjà existant que vous avez par exemple créé sur une autre machine Windows Server®. Effectuez cette opération plus tard dans un troisième et dernier choix.

Want de commencer Spécifier le nom et emplacement Affecter la mémoire	Un ordinateur virtuel requiert un espace de stockage pour l'installation d'un système d'exploitation. Vous pouvez spécifier le stockage dès maintenant ou le configurer ultérieurement en modifiant les propriétés de l'ordinateur virtuel. © Gréer un disque dur virtuel
ionfigurer la mise en éseau ionnecter un disque dur irtuel Options d'installation ésumé	Nom: MV_W2008R2.vhd Emplacement: C:\Users\Public\Documents\Hyper-V\Virtual Hard Disks Taille: 127 Go (Maximum : 2 040 Go) C Utiliser un disque dur virtuel existant Emplacement: C:\Users\Public\Documents\Hyper-V\Virtual Hard Disks Parcourir
	C Attacher un disque dur virtuel ultérieurement

Il s'agit maintenant de sélectionner le système d'exploitation, différentes solutions s'offre à vous. Installer un système Plus tard, installer un système d'exploitation avec un CD/DVD-ROM ou une image .iso, avec une disquette de démarrage et aussi possible (.vfd), puis une installation par réseau.

vant de commencer vécifier le nom et	Vous pouvez installer un système d'exploitation maintenant si vous avez accès au mèdia d'installa ou vous pouvez l'installer ultérieurement.	ition
mplacement	Installer un système d'exploitation ultérieurement	
fecter la mémoire	C Installer un système d'exploitation à partir d'un CD/DVD-ROM de démarrage	
onfigurer la mise en seau	r Média	-75
onnecter un disque dur tuel	C Lecteur CD/DVD plysique : D:	
Options d'installation	C Eichier image (Jso) :	
sumé	Parcon the second	
	Installer un système d'exploitation à partir d'une disquette de démarrage Média Disquette virtuelle (.vfd) : Parcourir	
	C Installer un système d'exploitation à partir d'un serveur d'installation réseau	
	s installer un systeme d'exploitation à partir d'un serveur d'installadorn eseau	

Faites suivant est terminez l'installation.

On voit maintenant notre serveur que nous venons de créer dans la liste des ordinateurs virtuel.

Ordinateurs virtuels			
Nom ~	Êlat	Utilisation du	Mémoire
MV_W2008R2	Désactivé	A CONTRACTOR OF A CONTRACT	

3. Configuration.

b. Hyper-V.

Dans l'arborescence de gauche cliquez droit sur votre serveur et accédé aux options pour paramétrer votre hôte Hyper-V. Dans un premier temps nous configurons le réseau cliquez sur « **Gestionnaire de réseau virtuel** ».



Vous allez sans doute avoir besoin d'un accées réseau sur votre machine virtuel qui vas utiliser votre carte réseau physique, néanmoins plusieurs type de configuration réseau s'offre à vous :

• Réseaux virtuels externes. Utilisez ce type de réseau pour permettre aux ordinateurs virtuels de communiquer avec les serveurs externes et le système d'exploitation de gestion (aussi nommé la partition parente). Il permet également aux ordinateurs virtuels situés sur le même serveur physique de communiquer entre eux.

• Réseaux virtuels internes. Utilisez ce type de réseau pour autoriser les communications entre les ordinateurs virtuels situés sur le même serveur physique ainsi qu'entre les ordinateurs virtuels et le système d'exploitation de gestion. Un réseau virtuel interne est un réseau virtuel qui n'est pas lié à une carte réseau physique. Il est généralement utilisé pour créer un environnement de test dans lequel vous devez vous connecter aux ordinateurs virtuels depuis le système d'exploitation de gestion.

• Réseaux virtuels privés. Utilisez ce type de réseau pour autoriser les communications uniquement entre ordinateurs virtuels situés sur le même serveur physique. Un réseau virtuel privé est un réseau virtuel sans carte réseau physique dans le système d'exploitation de gestion. Ces réseaux sont généralement utilisés pour isoler des ordinateurs virtuels du trafic réseau dans le système d'exploitation de gestion et dans les réseaux externes.

Réseaux virtuels	Propriétés du réseau virtuel
🙀 Nouveau réseau virtuel	
📲 HV_PhysicExterne	Nom : HV_PhysicExterne
Realtek PCIe GBE Family Controller	Commutateur virtuel Microsoft
Paramètres du réseau global	Notes :
Plage d'adresses MAC 00-15-5D-86-99-00 à 00-15-5D-86.	
	- Type de connexion
	À quoi voulez-vous connecter ce réseau ?
	Evterne :
	L'Adrie .
	Realtek PCIe GBE Family Controller
	Activer l'identification LAN <u>virtuelle</u> pour le système d'exploitation de gestion TD du réseau local virtuel
	Activer l'identification LAN <u>virtuelle pour le système d'exploitation de gestion</u> D du réseau local virtuel L'identificateur VLAN spécifie le réseau local virtuel utilisé par le système d'exploitation de gestion pour toutes les communications réseau par le biais de cette carte réseau. Ce paramètre n'affecte pas la mise en réseau d'ordinateurs virtuels. 2
	Activer l'Identification LAN virtuelle pour le système d'exploitation de gestion ID du réseau local virtuel L'identificateur VLAN spécifie le réseau local virtuel utilisé par le système d'exploitation de gestion pour toutes les communications réseau par le biais de cette carte réseau. Ce paramètre n'affecte pas la mise en réseau d'ordinateurs virtuels. Z Retirer
	Activer l'identification LAN virtuelle pour le système d'exploitation de gestion D du réseau local virtuel L'identificateur VLAN spécifie le réseau local virtuel utilisé par le système d'exploitation de gestion pour toutes les communications réseau par le biais de cette carte réseau. Ce paramètre n'affecte pas la mise en réseau d'ordinateurs virtuels. 2 <u>Retirer En savoir plus sur la gestion de réseaux virtuels </u>
	Activer l'Identification LAN virtuelle pour le système d'exploitation de gestion D du réseau local virtuel L'Identificateur VLAN spécifie le réseau local virtuel utilisé par le système d'exploitation de gestion pour toutes les communications réseau par le biais de cette carte réseau. Ce paramètre n'affecte pas la mise en réseau d'ordinateurs virtuels.
	Activer l'Identification LAN virtuelle pour le système d'exploitation de gestion D du réseau local virtuel L'identificateur VLAN spécifie le réseau local virtuel utilisé par le système d'exploitation de gestion pour toutes les communications réseau par le biais de cette carte réseau. Ce paramètre n'affecte pas la mise en réseau d'ordinateurs virtuels.
	Activer l'Identification LAN virtuelle pour le système d'exploitation de gestion D du réseau local virtuel L'identificateur VLAN spécifie le réseau local virtuel utilisé par le système d'exploitation de gestion pour toutes les communications réseau par le biais de cette carte réseau. Ce paramètre n'affecte pas la mise en réseau d'ordinateurs virtuels.
	Activer l'Identification LAN virtuelle pour le système d'exploitation de gestion D du réseau local virtuel L'identificateur VLAN spécifie le réseau local virtuel utilisé par le système d'exploitation de gestion pour toutes les communications réseau par le biais de cette carte réseau. Ce paramètre n'affecte pas la mise en réseau d'ordinateurs virtuels.

c. Paramètre Machine Virtuelle.

Sur votre machine virtuelle séléctionné dans carte réseaux le type de réseau que vous avez configuré en fonction de la carte de réseau.



Si vous n'avez pas sélectionné une .iso ou un CD, cliquez sur « **Contrôleur IDE 1** » et mettez en place comme ci-dessous votre OS.



Il se peut que lorsque vous lancer votre machine virtuelle, (évidement bien configuré) un message d'erreur de se type s'affiche, il peut s'agir d'un conflit avec votre processeur i7 si vous en possédez un, en effet un correctif est nécessaire. Voir ci-dessous



Une fois le problème réglé ouvrez votre machine virtuelle démarrez là avec 🤷 et procédez à l'installation.



Vous pouvez ensuite l'arrêter, voir son état et interagir avec toutes les fonctionnalités disponible autour de la machine virtuelle



IV. Plus loin

4. Pourquoi passer à la virtualisation ?

Pour Microsoft, la virtualisation doit aider les départements informatiques à réduire les coûts et à renforcer la continuité métier. Les solutions Microsoft, qui couvrent à la fois les infrastructures physique et virtuelle, se gèrent très facilement à partir d'une console unique.

Découvrez dans les onglets ci-dessous 4 bonnes raisons de choisir la vitalisation :

- Compétences
- Réduction des coûts
- Administration
- Interopérabilité

d. Compétences

Les solutions de virtualisation Microsoft utilisent l'interface familière de Windows et fonctionnent en parfaite symbiose avec les technologies basées sur Windows. Grâce à cela, elles sont prises en charge par un vaste réseau de partenaires expérimentés qui peuvent rapidement répondre à vos besoins métier.

Par ailleurs, les solutions de virtualisation Microsoft sont bâties sur une plateforme que votre service informatique utilise déjà. Cela implique moins de formation, d'où une baisse des coûts pour votre entreprise.

Cette compatibilité est en grande partie à l'origine de l'efficacité et du succès des solutions de virtualisation Microsoft. Ainsi, le 30 juin 2011, Le Gartner place Microsoft parmi les leaders de la virtualisation et livre de précieuses informations sur le marché. Dans son étude, le Gartner souligne la flexibilité **des solutions Microsoft qui vous permettent d'optimiser vos coûts** pour retirer le meilleur de vos investissements. Contrairement à d'autres solutions sur le marché, Microsoft propose des suites de produits licenciées au processeur avec un droit illimité de machines virtuelles, comme Windows Server 2008 R2 Datacenter. Ainsi vos coûts de licences par machine virtuelle diminuent au fur et à mesure que vous virtualisez.

e. Réductions des coûts

Économies et valeur

Consolidez vos serveurs pour gérer plus facilement l'ensemble de votre infrastructure informatique et mieux exploiter votre infrastructure existante. Chaque jour, des entreprises dans le monde entier réduisent leurs coûts, améliorent la valeur de leur informatique, et maximalisent davantage leur retour sur investissement grâce aux solutions de virtualisation Microsoft.

f. Administration

Administration simplifiée des systèmes physiques et virtuels

Les systèmes virtuels ne sont pas simplement des objets manipulables mais de véritables ordinateurs avec des tâches réelles à accomplir. Nous devons pouvoir les administrer comme des ordinateurs physiques.

Avec System Center, ensemble complet d'outils d'administration, l'exploitation des systèmes se rationalise et la complexité se réduit au minimum. A partir d'une console d'administration unique, vous pouvez en effet gérer vos systèmes physiques et virtuels depuis le centre de données jusqu'au poste de travail ; aucune formation supplémentaire n'est nécessaire. Ainsi, la maintenance se simplifie, vous optimisez vos actifs informatiques et vous pouvez appliquer de façon uniforme vos stratégies dans toute l'entreprise. De plus, vous continuez d'utiliser vos logiciels, votre personnel et vos processus existants.

g. Outils interopérables

Les solutions de virtualisation Microsoft sont parfaitement compatibles avec les outils que votre équipe informatique utilise déjà, d'où une intégration très simple dans votre entreprise.

5. Architecture

Hyper-V utilise le concept des partitions pour isoler les machines virtuelles. Une partition est une unité logique d'isolation, supportée par l'hyperviseur, dans laquelle s'exécute un système d'exploitation. L'instance de l'hyperviseur requiert la présence d'au moins une partition parente qui exécute Windows Server 2008. La couche de virtualisation s'exécute dans la partition parente et dispose d'un accès direct aux périphériques matériels. La partition parente crée ensuite des partitions enfants dans lesquelles s'exécutent les systèmes d'exploitation. Elle appelle pour cela l'Interface de programmation Hypercall.

Une partition virtuelle n'a pas accès au microprocesseur. En fait, elle a une vue virtuelle du microprocesseur et s'exécute dans le Guest Virtual Address, qui en fonction de la configuration de l'hyperviseur, peut ou pas être la totalité de l'espace d'adressage virtuel. Un hyperviseur peut choisir de n'exposer qu'un sous ensemble des processeurs à chaque partition.

L'hyperviseur intercepte les interruptions du processeur et les redirige vers les partitions respectives en utilisant la logique de Synthetic Interrupt Controller (SynIC). Hyper-V utilise les accélérations matérielles pour translater les adresses entre les différents espaces d'adressage

virtuels des partitions enfants en utilisant IOMMU (I/O Memory Management Unit) qui fonctionne indépendamment du gestionnaire de la mémoire vive utilisé par le processeur.

Les partitions enfants n'ont pas accès directement aux ressources matérielles, bien qu'elles aient une vue virtuelle de celles-ci en termes de périphériques virtuels. Chaque appel a un périphérique virtuel est redirigé via le VMBus vers son périphérique correspondant dans la partition parent qui prendra en charge la requête. Le VMBus est un canal logique qui permet la communication entre les partitions. La réponse est aussi redirigée par le VMBus.

Si les périphériques de la partition parent sont aussi des périphériques virtuels, ils seront redirigés jusqu'à ce qu'ils atteignent la partition parent ou ils pourront accéder aux périphériques physiques. La partition parent exécute un Virtualization Service Provider (VSP) qui est connecté au VMBus et intercepte les requêtes des périphériques des partitions enfants.

Les périphériques virtuels des partitions enfants exécutent un Virtualization Service Consumer (VSC) qui redirige les requêtes vers les VSP de la partition parent via le VMBus. Ce processus est complètement transparent pour le système d'exploitation de la partition enfant.

Les périphériques virtuels peuvent aussi tirer parti d'une fonctionnalité de Windows Server Virtualization, appelée Enlightened I/O, pour le stockage, le réseau et le sous-système graphique. Enlightened I/O permet à des protocoles de haut niveau, comme SCSI, de bénéficier directement des avantages du VMBus en détournant tout accès à la couche émulée d'un périphérique. Cela rend les communications plus efficaces mais nécessite que le système d'exploitation de la partition enfant supporte les fonctions Enlightened I/O.

