



JES000383 - © 27.09.2014 - J.E.Seewer

Qu'est-ce que le DCC - Digital Command Control ?

Qu'est-ce que le "DIGITAL DCC" (Digital Command Control) ?
Qu'est-ce que le "Numérique" (Contrôle à l'aide d'ordres numériques) ?

Réponses simples pour le néophyte et le débutant

En bon français, il conviendrait d'utiliser le terme "**numérique**" et d'éviter autant que possible l'anglicisme que constitue le terme "**digital**".

En pratique cependant celui-ci est de loin le plus usité et le plus familier. Nous l'utiliserons donc de temps à autre dans le texte ci-après.

ANALOGIQUE ou DIGITAL ?

De nos jours, la question digital (numérique) ou non digital (analogique) ne devrait plus avoir de raison d'être. En effet, cette technologie est en train de bouleverser le monde du modélisme ferroviaire et le pilotage digital est devenu pratiquement incontournable dans notre loisir.

Un peu d'histoire: Comment est né le digital ?

Les premiers systèmes numériques sont apparus en Europe à la fin des années 70. Parmi les pionniers, la firme Lenz qui a créé en 1980 la première commande multi train à la demande de plusieurs fabricants de modèles réduits ferroviaires (Arnold, Roco, Märklin,)

Lenz a breveté son système en 1985 et l'a sans cesse amélioré. A tel point qu'en 1995, son système numérique de conduite multi train, entre-temps baptisé "**Digital Plus by Lenz**", **a été adopté comme base de normalisation par la puissante NMRA** (National Model Railroad Association), l'Association Nationale de Modélisme Ferroviaire nord-américaine.

Un fondement pour la normalisation des systèmes de conduite numérique à l'échelle mondiale. Il s'agit d'une étape décisive, car les normes DCC (Digital Command Control = Contrôle à l'aide d'ordres numériques) créées par le "DCC-Working-Group" de la NMRA (un groupe comprenant notamment les représentants de divers constructeurs de systèmes de conduite digitale) ont permis de mettre de l'ordre dans la jungle des produits de première génération et de voir naître une nouvelle génération de produits respectant une série de normes. Cette normalisation garantit, au grand bénéfice des modélistes, une parfaite compatibilité entre les produits et accessoires de différentes marques proposés sur le marché. Exemple: Vous avez envie de sonoriser vos machines ? Aucun problème, le décodeur Loksound de ESU est 100% compatible DCC. Une notion importante: On parle très fréquemment de "format de données". Le format de données DCC (plus exactement format conforme aux normes DCC) est le format le plus répandu en système à 2 rails et courant continu. Certains décodeurs sont compatibles avec le système Märklin, mais il faut que le véhicule moteur soit équipé de la prise de courant sur la "crémaillère" dans l'entre-voies...

Le système digital (numérique) - De nombreuses possibilités et avantages

Voici les possibilités et avantages les plus courants offerts par une installation minimale:

- ◆ Le câblage pour le courant traction est très simple (**2 fils et c'est tout**). Sans aucune coupure sur les rails, vous posez sur ceux-ci tout votre parc de locomotives (ou autres engins moteurs) et, lors de l'exploitation, vous pouvez laisser une partie de vos modèles à l'arrêt et piloter les autres en toute liberté. Cela s'appelle le pilotage multi train. Il est cependant recommandé de diviser les grands réseaux en secteurs (Recherche de court-circuits facilitée, alimentations multiples ou voies de garage pour matériel analogique.)
- ◆ Chaque locomotive ou train peut être piloté individuellement, à une allure qui lui est propre et avec un sens de marche qui lui est propre. Vous ne devez plus tenir compte de la polarité pour déterminer le sens de marche. Deux trains différents peuvent se suivre sur une même section, mais aussi se rencontrer !.

- ◆ Vous pouvez assembler, piloter et désassembler facilement des **tractions multiples** comme dans la réalité.
- ◆ De nombreux paramètres peuvent être aisément réglés pour chacune de vos locomotives numérisées: Adresse, courbe d'accélération, courbe de freinage, vitesse minimale au démarrage, vitesse maximale, ce qui vous permet d'individualiser, de manière fine, le comportement de chacun de vos engins, et par conséquent **d'augmenter considérablement le réalisme de leur fonctionnement**.
- ◆ Jusqu'à 29 fonctions complémentaires peuvent être activées et désactivées à distance, notamment les feux de signalisation, le générateur fumigène, le bruiteur embarqué, le dételage, l'éclairage du poste de conduite. **Lorsque les éclairages sont actifs, ils restent allumés (sans baisse d'intensité) à l'arrêt, comme en réalité.**
- ◆ Si vous le souhaitez, vous pouvez sonoriser vos locomotives !

Voilà déjà de quoi satisfaire largement les désirs de tout amateur et ce, à un coût raisonnable. Mais ce n'est pas tout: Il existe encore bien d'autres possibilités et avantages, et non des moindres, que nous aborderons plus loin.

Prix et budgets

L'investissement important est la centrale-amplificateur DCC avec son alimentation et au moins un appareil de commande. De manière générale, le prix des décodeurs (ainsi d'ailleurs que celui des divers autres composants du système), a fortement chuté compte tenu de la diffusion croissante de ce système de conduite. Cependant, avant d'opter pour un système ou un autre, ayez dans la tête, l'évolution prévue du réseau. Le système choisi devra s'adapter, évoluer. Regardez le nombre des fonctions dont vous aurez besoin (une partie des systèmes seulement vous permettent d'accéder à 29 fonctions), la puissance, les systèmes de connexions entre les différents éléments et la possibilité de connecter votre ordinateur facilement. De cette manière l'investissement sera valable pour de nombreuses années.

Important: Pour démarrer dans la conduite digitale de votre réseau, il n'est pas obligatoire de "digitaliser" immédiatement la totalité de votre parc de traction ni d'adopter la commande digitale des accessoires (aiguillages, signaux), ni de relier votre réseau à un ordinateur, ni d'installer les autres composants permettant encore plus de possibilités. C'est sur les voies de la gare et du dépôt que se révélera immédiatement le formidable potentiel en matière de manoeuvres du système numérique !. L'ajout d'un décodeur sur vos locomotives peut se faire graduellement et sélectivement en gardant malgré tout la possibilité de faire rouler les machines sans décodeur (voir ci-dessous). Presque toute locomotive numérisée conserve son aptitude à rouler sur un circuit conventionnel mais la régulation de vitesse manque de finesse.

Avant d'aller plus loin, quelques précisions élémentaires

Pour piloter une locomotive, celle-ci doit être équipée d'un décodeur appelé décodeur de locomotive. Toutes les machines sans décodeur peuvent cependant être pilotées via l'adresse "0" pour autant qu'elles soient équipées d'un moteur robuste (Pas de moteur sans fer ou moteur miniature)

Pour commander un accessoire électrique ou électromagnétique (aiguillage, signal, dételeur), celui-ci doit être raccordé à un décodeur de commutation.

Le système DCC comporte en outre 1 bus (ligne) de transmission servant à la transmission des données entre le régulateur (ou autre appareil de commande) et la centrale.

Au départ, dès le branchement du système, la centrale-amplificateur assure la fonction d'approvisionnement des voies en courant traction: **La tension appliquée est permanente**, d'où l'utilité de sections de voie déclenchables pour garer votre matériel analogique.

L'appareil de commande portable permet de sélectionner l'adresse du véhicule moteur et d'envoyer des ordres de pilotage ainsi que d'actionner des accessoires.

L'information est expédiée à la centrale via le bus auquel sont connectés tous les appareils de commande du système.

Les appareils de commande radio ou infrarouge envoient leur signal via un récepteur connecté au bus.

L'amplificateur amplifie le signal et l'expédie par les 2 rails du système de voies de votre réseau.

Le décodeur de chaque locomotive (même celles qui sont à l'arrêt) lit, ou plutôt décode (d'où le nom de décodeur), les informations contenues dans le paquet digital, en tout premier l'adresse se trouvant en tête du paquet. S'il s'agit de son adresse propre, le décodeur exécute l'instruction contenue dans la suite du paquet. Dans le cas contraire, il ignore l'instruction et continue à effectuer son travail. Si l'instruction lui ordonne de faire rouler la locomotive à une vitesse déterminée, il prélève la quantité de puissance nécessaire sur la voie (alimentée en tension constante comme indiqué plus haut) et l'envoie au moteur sous forme de courtes impulsions. Important: Le décodeur dispose d'une mémoire qui conserve en permanence toutes les informations le concernant (son adresse, les réglages de ses CV), même lorsqu'il est hors tension. La plupart des décodeurs peuvent en outre être équipés de super condensateurs permettant un fonctionnement sans arrêts intempestifs sur une voie salie ou avec un véhicule ayant une mauvaise prise de courant.

Sachez également qu'un moteur fonctionne en général mieux, en particulier à basse vitesse, avec du courant digital qu'avec du courant conventionnel (analogique).

Que signifient exactement les termes digital, conventionnel, numérique ?

Conventionnel = analogique, par opposition à digital.

Le système conventionnel (2 rails à courant continu): Système utilisant l'alimentation des locomotives, via les 2 rails de la voie, en courant continu réglable en tension. C'est la grandeur de la tension qui fait avancer la locomotive et c'est la polarité du courant qui détermine son sens de marche.

Digital: Numérique = Logique. Système digital: Système logique basé sur la numérisation des données de pilotage et de commutation. Ces données sont intégrées sous une forme codée dans le courant digital permanent et de tension constante qui est appliqué à la voie.

Le courant "Digital"

Il s'agit d'un courant "spécial" qui combine énergie et données codées. La tension appliquée à la voie, maximale et constante, a 2 fonctions: Primo, elle est la source d'énergie nécessaire au moteur de traction et accessoires fonctionnels embarqués et, secundo, elle est le support des messages codés envoyés par la centrale au décodeur de locomotive. La représentation schématique de ce courant montre une sorte de courant "alternatif rectangulaire" dont la largeur d'impulsion varie. Le décodeur remplit deux rôles. D'une part, il redresse ce courant de façon à délivrer au moteur du courant continu pulsé de forme rectangulaire. D'autre part, en analysant la durée des paliers, il décode les données transmises comme expliqué précédemment afin de prendre connaissance des ordres de pilotage qui le concerne.

Qu'est-ce qu'un décodeur et quelles sont les sortes de décodeurs ?

Le Décodeur de locomotive: Embarqué dans la locomotive, le décodeur (qui joue le rôle de récepteur) est relié au circuit de captage de courant traction. Celui-ci est d'une part redressé pour alimenter le moteur et les dispositifs de fonction annexes (bruiteur, fumigène...) et d'autre part analysé pour en extraire les ordres de pilotage, si toutefois l'adresse contenue dans le paquet de données concerne la locomotive.

Le Décodeur de commutation: Le décodeur de commutation est spécifiquement destiné à commander les appareils électriques ou électromagnétiques tels qu'aiguillages, signaux, dételeurs, passages à niveau, etc.

Montage des décodeurs dans les locomotives

Comme les locomotives actuellement fabriquées possèdent d'origine une interface femelle de connexion normalisée et conforme aux Normes Européennes de Modélisme (NEM 651 ou 652), ou aux normes US NMRA, le montage d'un décodeur pourvu d'une fiche normalisée devient un jeu d'enfant. Les décodeurs de locomotive sont livrables au choix avec des câbles à souder ou avec une fiche mâle normalisée. Toute locomotive non équipée d'une interface femelle normalisée requiert l'installation d'un décodeur pourvu de câbles à souder. Il existe 2 solutions: Faire exécuter le travail par un spécialiste ou l'exécuter soi-même. Cette dernière solution implique l'emploi d'un petit outillage de modéliste, le respect du mode d'emploi, du soin et de la patience. Nombreux sont les modélistes qui se sont lancés dans l'aventure avec succès. Certains modèles sont faciles à transformer, d'autres par contre sont plus exigeants. Les anciens véhicules moteurs ont souvent un pôle du moteur à la masse et nécessitent une modification importante. Commencez par un modèle facile, par exemple, une locomotive comportant beaucoup d'espace interne.

La Programmation sur la voie de programmation et la Programmation en ligne (PoM).

La programmation d'un décodeur consiste à définir certaines propriétés du décodeur. Il faut distinguer entre décodeur de locomotive et décodeur de commutation. Un décodeur de commutation est programmable au niveau des propriétés de ses sorties (par ex mode impulsion et durée de l'impulsion), compte tenu du type d'article raccordé à chaque sortie. Les façons de programmer un décodeur de commutation sont expliquées dans son mode d'emploi.

En ce qui concerne le décodeur de locomotive, chacune des nombreuses propriétés est stockée dans un emplacement mémoriel appelé **CV** (Configuration Variable / Variable de Configuration). La programmation s'exécute de deux manières différentes, soit sur une voie de programmation indépendante du réseau, soit sur les voies du réseau (**PoM**).

Sur la voie de programmation (qui se raccorde exclusivement aux bornes correspondantes de la centrale), il ne peut se trouver qu'une seule locomotive à la fois. L'avantage est qu'il n'est pas nécessaire de connaître l'adresse propre de celle-ci et qu'on peut la changer si nécessaire. Toutes les autres propriétés sont réglables sur cette voie.

La programmation **PoM** implique que l'on connaisse l'adresse de la locomotive et celle-ci ne peut bien sûr pas être modifiée. Par contre, toutes les autres propriétés sont réglables comme sur la voie de programmation. Cette méthode de programmation est pratique lorsqu'on tente de régler par exemple les temporisations d'accélération et de freinage de la locomotive concernée, du fait qu'il faut procéder en pratique à plusieurs essais avant de "tomber" sur le bon réglage.

Certains systèmes ne disposent pas d'une sortie spécifique pour la voie de programmation. La centrale Digitale doit être commutée en mode de programmation, interrompant la circulation sur le reste du réseau. La programmation se fait toujours sur une voie isolée du réseau. Ce n'est en effet, pas très drôle d'avoir tout son parc de locomotive reprogrammé sur le même numéro...

Consommation de la locomotive

En général, on compte que le moteur d'une locomotive H0 consomme 1 A max. Il faut également compter 50 mA par ampoule éclairée (20 mA pour une LED) et on ajoute la consommation propre aux accessoires fonctionnels en service (fumigène, bruiteur).

La plupart des décodeurs HO fournissent 1 A aux sorties pour le moteur - c'est bien suffisant - et les sorties pour fonctions supportent également une certaine intensité. Le mode d'emploi est à cet égard suffisamment explicite.

Dans le cas de locomotives plus gourmandes (Equipées de 2 moteurs ou anciens véhicules), il faut prévoir un décodeur plus puissant (Digitrax série 12# ou 16# 1.5 A p.ex.)

Mon réseau est déjà câblé que faut-il modifier pour le pilotage numérique ?

Vous pouvez conserver les sectionnements de voie alimentés via les interrupteurs de votre Tableau de Contrôle Optique (TCO). En fait, pratiquement, il suffit de remplacer votre transformateur-régulateur conventionnel par un des sets de pilotage DCC. Les 2 sorties de l'amplificateur remplacent les deux sorties courant continu de votre transformateur-régulateur conventionnel. Attention, une certaine polarité est requise, en particulier pour l'utilisation de l'adresse "00".

Dans le cas d'un triangle ou d'une boucle de retournement, utilisez un module de retournement.

L'adresse

Tout décodeur, qu'il s'agisse d'un décodeur de locomotive ou d'un décodeur de commutation, doit posséder une adresse propre afin de pouvoir être contacté par la centrale. L'adresse est similaire à un n° de téléphone qui permet de contacter une personne déterminée. Elle peut comporter 2 ou 4 chiffres, au choix. Les décodeurs possèdent jusqu'à 9999 adresses.

La compensation de charge

Il s'agit d'un asservissement de la vitesse (Qui peut être désactivé). Le décodeur maintient constant le régime du moteur prédéfini par le nombre de crans de vitesse (de 0 à 14/28 ou de 0 à 128) réglés sur le régulateur et ce, quel que soit le profil de la voie parcourue et quelle que soit la charge remorquée. Bref, que ça monte ou que ça descende, la loco roule à la même vitesse (dans certaines limites évidentes, cela va de soi) !

Les CV

Tout décodeur peut être configuré, c'est-à-dire programmé, à l'aide des "variables de configuration" (CV). Les paramètres encodés lors de la programmation sont conservés dans une mémoire EE-PROM dont sont équipés les décodeurs. Ce genre de mémoire se distingue par son aptitude à conserver ses informations en l'absence d'alimentation. Chaque variable de configuration est identifiée par un numéro de CV (de 0 à 255). En somme, une CV est comme une fiche sur laquelle serait inscrite une propriété du décodeur, par ex. la CV 17 pour l'adresse à 2 chiffres, la CV 2 pour la vitesse minimale de démarrage, etc. Certaines CV sont, de façon standardisée, affectées à une propriété précise afin de permettre la compatibilité entre décodeurs de diverses marques D'autres par contre sont réservées pour un usage particulier du constructeur. Certaines sont obligatoires, d'autres recommandées et d'autres encore facultatives. Le mode d'emploi du décodeur donne la liste de ses CV et leurs divers réglages.

Locomotives conventionnelles pilotées numériquement

On dit que leur moteur ne supporte pas le courant digital, qu'il grogne et qu'il risque de se détériorer.

Un effet de bord induit par le type de courant (pulsé rectangulaire) injecté dans le moteur par le décodeur conduit souvent à l'émission d'un sifflement, notamment lorsque la locomotive est à l'arrêt.

Certains moteurs supportent vaillamment un tel type de courant, mais ce n'est pas le cas pour tous en particulier les moteurs à rotor sans fer et les petits moteurs.

De toutes façons, il faut éviter de laisser un véhicule analogique à l'arrêt sur une voie alimentée en courant digital plus de 2-3 minutes.

La solution est simple: **Installer un décodeur...**

Quel décodeur pour les moteurs à rotor sans fer

On les appelle également moteurs à induit en cloche (Système Faulhaber: Minimotor, Maxon, Escap, etc.). Ce sont des moteurs à hautes performances dépourvus d'induit classique et de balais de prise de courant, donc sans entretien. Ils supportent mal une alimentation par courant pulsé à basse fréquence (c'est le cas du courant digital) qui provoque un échauffement du rotor de faible inductance pouvant mener à sa destruction. Ces moteurs nécessitent donc l'utilisation d'un décodeur capable de contrôler la vitesse du moteur à l'aide d'un hacheur à haute fréquence (au-delà de 15 kHz). La plupart des décodeurs récents ont cette possibilité. (Voir les modes d'emploi)

L'exploitation à plusieurs opérateurs

Plusieurs régulateurs peuvent être utilisés, ce qui permet à deux ou plusieurs utilisateurs de participer à l'exploitation du réseau. Le régulateur se connecte très simplement à l'une des prises du bus ou agit par transmission Radio ou Infrarouge.

Le rôle de l'amplificateur

L'amplificateur délivre une intensité maximale variable selon son type. Il doit lui-même être alimenté par un transformateur adéquat délivrant une tension et une intensité suffisante. Un amplificateur de 3 A suffit en principe pour alimenter simultanément 4, voire 5 locomotives "normales" en mouvement (sans voitures éclairées sur les rails). C'est parfait pour un démarrage digital sur réseau petit ou moyen. Pour disposer de plus de puissance, il suffit de diviser le réseau en 2 zones et d'équiper chacune d'entre elles d'un amplificateur (+ transfo) individuel (ou 3 zones et 3 amplificateurs si besoin est, etc.). Le réseau continue à être géré par la même centrale et le même régulateur. Outre le pilotage des locomotives, la commande digitale permet bien sûr de commander de nombreux accessoires électriques et électromagnétiques

La commande numérique des aiguillages et signaux

Quel que soit l'accessoire à commander numériquement, (aiguillage, signal, dételeur, relais) il doit nécessairement être raccordé à un décodeur de commutation. Ce sont soit des articles mus mécaniquement par tout type de moteur (électroaimant, moteur à induit rotatif, relais, fil à mémoire), soit des articles lumineux comportant des lampes ou des diodes lumineuses (signaux lumineux, feux clignotants,). Outre son adresse propre, on règle pour chacune des sorties l'un des 3 modes de fonctionnement possibles en fonction de l'article connecté mode courant permanent, mode impulsion de courant à durée réglable et mode intermittent à fréquence réglable.

Informatisation du réseau

Il suffit d'installer un interface entre le système et l'ordinateur (1 connexion au bus et 1 connexion au port sériel (USB) de votre PC). Celui-ci doit évidemment posséder un logiciel de gestion de trains miniatures, tel que WinDigital_x., JMRI Decoder Pro, Train Controller, etc...

Un tel équipement permet de programmer facilement les décodeurs mobiles, de créer un TCO virtuel sur écran et de réaliser des automatismes (block-système, navettes, itinéraires,).

Avant d'aller plus loin, précisons que la gestion d'un réseau peut être confiée partiellement ou totalement à l'ordinateur. L'idéal est de conserver la possibilité d'intervenir manuellement n'importe quand et à tout endroit du réseau. C'est à vous de paramétrer le logiciel de gestion de trains en ce sens.

Si vous optez pour un pilotage assisté par ordinateur de l'ensemble du réseau ou d'une partie de celui-ci, vous devez tenir compte des éléments suivants :

- ◆ L'ensemble ou la partie du réseau en question doit bien entendu être connecté au système de commande digitale.
- ◆ Tous les accessoires participant aux automatismes (aiguillages et signaux notamment) doivent être raccordés à des décodeurs de commutation.
- ◆ Toutes les voies participant aux automatismes doivent être divisées en sections dotées de détecteurs d'occupation.
- ◆ La rétro signalisation doit être installée pour que votre logiciel puisse suivre la marche de vos trains et connaître les états des aiguillages et signaux jalonnant les voies.

Il existe beaucoup d'automatismes, mais ceux-ci dépendent des possibilités qu'offre le logiciel utilisé et de l'équipement installé sur le réseau.

Le DCC est un système très complet avec de nombreuses possibilités d'évolution.

Le système de base peut être étendu à volonté par l'ajout d'autres composants.

Module de retournement

permettant l'exploitation digitale dans les boucles et les triangles de retournement.

Module de ralentissement

permettant le freinage progressif des locomotives devant un signal en position d'arrêt.

Module transpondeur

Il s'agit d'un système de communication bidirectionnelle permettant au décodeur de locomotive de communiquer des informations à la centrale telle que son adresse, sa vitesse, etc. Un outil vraiment utile - et d'avenir - pour connaître entre-autres l'adresse d'une locomotive quelque part sur le réseau.

Ce texte a été en partie inspiré par différents articles en français ou en anglais glanés dans des revues et sur internet.