

Guide LeRobot SO-ARM 101

Phase 7 : Enregistrement de Dataset pour l'Apprentissage par Imitation

Objectif

Ce guide explique comment enregistrer des démonstrations de téléopération pour créer un dataset d'apprentissage par imitation. Le robot apprendra à reproduire vos gestes en observant vos démonstrations.

Tâche : Prendre un cube à l'une des 5 positions et le déposer dans une boîte.

Prérequis

Logiciel

- Phase 1 complétée (environnement LeRobot installé)
- Phases 2-6 complétées (robots calibrés et téléopération fonctionnelle)
- Script `SEM_so101_8_record_dataset.py`

Matériel

- 2 bras robotiques SO-ARM 101 (Leader + Follower)
- **2 caméras USB :**
 - **cam_top** : Vue d'ensemble (globale) de la scène
 - **cam_follower** : Caméra fixée sur la pince du Follower
- Cube(s) pour la manipulation

- Boîte pour le dépôt



Structure du Dataset LeRobot

Le script crée un dataset au format LeRobot v2.1, compatible avec l'entraînement de politiques d'imitation (ACT, Diffusion Policy, etc.).

```
~/.cache/huggingface/lerobot/local/so101_pick_place/
├── position_1_centre/
│   ├── data/chunk-000/
│   │   ├── episode_000000.parquet    # Données moteurs
│   │   ├── episode_000001.parquet
│   │   └── ...
│   ├── videos/chunk-000/
│   │   ├── observation.images.cam_top/
│   │   │   ├── episode_000000.mp4    # Vidéo vue globale
│   │   │   └── ...
│   │   └── observation.images.cam_follower/
│   │       ├── episode_000000.mp4    # Vidéo pince
│   │       └── ...
│   └── meta/
│       ├── info.json                # Métadonnées
│       └── episodes.jsonl           # Index des épisodes
├── position_2_bas/
├── position_3_haut/
├── position_4_gauche/
└── position_5_droite/
```



Configuration des Caméras

Installation physique

Caméra	Position	Objectif
cam_top	Vue d'ensemble, fixée en hauteur ou sur trépied	Voir l'ensemble de la scène (robot + cube + boîte)

cam_follower

Fixée sur la pince du robot
Follower

Vue "embarquée" pour guider la
préhension

Configuration technique :

- Résolution : 640 × 480 pixels
- FPS : 30 images/seconde
- Format : MP4 (codec H.264)



Lancement du Script

```
# Activer l'environnement
conda activate lerobot

# Se placer dans le dossier des scripts
cd ~/lerobot/Scripts_SEM/scripts

# Lancer le script
python SEM_so101_8_record_dataset.py
```



Étape 1 : Identification des Caméras

Au démarrage, le script détecte automatiquement les caméras connectées et vous demande de les identifier.

Processus d'identification

1. Le script affiche le flux de la première caméra dans une fenêtre
2. Observez l'image et identifiez la caméra :
 - Appuyez sur **T** si c'est la caméra **Top/Globale** (vue d'ensemble)
 - Appuyez sur **F** si c'est la caméra **Follower/Pince**
 - Appuyez sur **Q** pour passer (si vous n'êtes pas sûr)
3. Le script passe à la caméra suivante

4. Une fois les deux caméras identifiées, un résumé s'affiche

Exemple de résultat :

```
📷 Résultat de l'identification:  
cam_top (globale): index 0  
cam_follower (pince): index 2
```

Astuce : Si vous n'identifiez qu'une seule caméra, l'autre sera assignée automatiquement.



Étape 2 : Identification des Robots

Après les caméras, le script procède à l'identification des bras robotiques (identique aux phases précédentes).

1. Le script détecte les ports USB des robots
2. Il teste chaque robot en faisant bouger un servo
3. Vous confirmez quel robot est le **Leader** et lequel est le **Follower**
4. Les calibrations sont chargées automatiquement

Choix du mode de téléopération

Après l'identification, choisissez votre configuration :







- **C** : **Côte à côte** (robots parallèles, même orientation)
- **F** : **Face à face** (robots face à face, mouvements miroir)



Étape 3 : Menu Principal

Une fois les caméras et robots initialisés, le menu principal s'affiche :

 TÉLÉOPÉRATION ACTIVE - Bougez le Leader, le Follower suit

1.  Lire les instructions
2.  Test rapide (2 épisodes)
3.  Enregistrer 10 épisodes pour une position :
 1. Centre ◯ (0/10)
 2. Bas ◯ (0/10)
 3. Haut ◯ (0/10)
 4. Gauche ◯ (0/10)
 5. Droite ◯ (0/10)
4.  Visualiser vos datasets
5.  Effacer des données
- Q.  Quitter

Légende des statuts

Symbole	Signification
◯	Aucun épisode enregistré
◐	En cours (quelques épisodes enregistrés)
✓	Complet (10 épisodes enregistrés)



Enregistrement d'Épisodes

Préparation

1. Placez le cube à la position correspondante (Centre, Bas, Haut, Gauche ou Droite)
2. Placez la boîte de dépôt à portée du robot
3. Dans le menu, tapez 3 puis le numéro de position (ex: 31 pour Centre)

Déroulement d'un épisode

ENREGISTREMENT EN COURS - Position 1 (Centre)

Effectuez la tâche : Prenez le cube → Déposez dans la boîte

Commandes :

T = Terminer l'épisode (succès)

A = Annuler l'épisode

S = Stopper la session

🕒 5.2s | Frames: 156

1. L'enregistrement démarre automatiquement
2. Effectuez la tâche : prenez le cube avec la pince et déposez-le dans la boîte
3. Une fois terminé, appuyez sur **T** pour valider
4. Le script sauvegarde les données et vidéos
5. Remplacez le cube et recommencez pour l'épisode suivant

Contrôles pendant l'enregistrement

Touche	Action
T	Terminer - Valide et sauvegarde l'épisode
A	Annuler - Abandonne l'épisode en cours (données supprimées)
S	Stopper - Arrête la session et retourne au menu

Conseils pour des enregistrements de qualité :

- Effectuez des mouvements fluides et reproductibles
- Gardez une durée similaire entre les épisodes (10-20 secondes)
- Assurez-vous que le cube et la boîte sont bien visibles par les caméras

- En cas d'erreur, utilisez  pour annuler et recommencer



Sauvegarde Automatique

Après chaque épisode validé, le script affiche un résumé :

```
💾 Sauvegarde épisode 1 (428 frames)...  
✓ Données: episode_000000.parquet  
✓ Vidéo cam_top: episode_000000.mp4  
✓ Vidéo cam_follower: episode_000000.mp4  
✓ Épisode 1 sauvegardé !  
    Durée: 14.3s | Frames: 428 | Taille: 11.7 MB
```



Vérification des Enregistrements

Lister les fichiers créés

```
# Voir tous les fichiers MP4 enregistrés  
find ~/.cache/huggingface/lerobot/local/so101_pick_place -name "*.mp4" -exec ls  
  
# Voir les fichiers Parquet (données moteurs)  
find ~/.cache/huggingface/lerobot/local/so101_pick_place -name "*.parquet" -exe
```

Vérifier une vidéo

```
# Lire la vidéo cam_top du premier épisode (position 1)  
ffplay ~/.cache/huggingface/lerobot/local/so101_pick_place/position_1_centre/vi  
  
# Lire la vidéo cam_follower  
ffplay ~/.cache/huggingface/lerobot/local/so101_pick_place/position_1_centre/vi
```

Vérifier les métadonnées d'une vidéo

```
# Afficher durée, résolution, FPS
ffprobe ~/.cache/huggingface/lerobot/local/so101_pick_place/position_1_centre/v
```

Objectif : Dataset Complet

Pour un entraînement efficace, l'objectif est d'enregistrer :

Position	Épisodes	Statut
1. Centre	10	○ → 
2. Bas	10	○ → 
3. Haut	10	○ → 
4. Gauche	10	○ → 
5. Droite	10	○ → 
Total	50 épisodes	

Temps estimé : Environ 1h30 à 2h pour enregistrer les 50 épisodes (incluant les repositionnements).

Dépannage

Problème : Caméras non détectées

```
# Lister les périphériques vidéo
ls -la /dev/video*

# Vérifier les permissions
```



```
sudo usermod -a -G video $USER
# Puis déconnexion/reconnexion
```

Problème : Une seule caméra fonctionne

Certaines caméras USB nécessitent beaucoup de bande passante. Essayez de :

- Brancher les caméras sur des contrôleurs USB différents (ports USB avant et arrière)
- Utiliser un hub USB alimenté
- Réduire la résolution dans le script (modifier **CONFIG**)

Problème : Vidéos vides ou corrompues

```
# Vérifier que ffmpeg est installé
ffmpeg -version

# Vérifier la taille des fichiers (doivent être > 0)
ls -lh ~/.cache/huggingface/lerobot/local/so101_pick_place/*/videos/chunk-000/*
```

Problème : Téléopération saccadée

- Fermez les autres applications gourmandes
- Vérifiez que les câbles USB sont bien connectés
- Assurez-vous que l'alimentation des robots est suffisante







Problème : Robot ne répond pas

```
# Vérifier les ports série
ls /dev/ttyACM* /dev/ttyUSB*

# Vérifier les permissions
sudo chmod 666 /dev/ttyACM0
sudo chmod 666 /dev/ttyACM1
```



Résumé des Commandes

Action	Commande / Touche
Lancer le script	<code>python SEM_so101_8_record_dataset.py</code>
Identifier caméra globale	
Identifier caméra pince	
Terminer un épisode	
Annuler un épisode	
Stopper la session	
Quitter le programme	
Vérifier une vidéo	<code>ffplay <chemin_video.mp4></code>



Étape Suivante

Une fois votre dataset complet (50 épisodes), vous pourrez passer à la **Phase 8 : Entraînement du modèle** pour apprendre à votre robot à reproduire la tâche de manière autonome.